

**Caractéristiques des perturbations
radioélectriques pour la protection des
récepteurs utilisés à bord des véhicules,
des bateaux et des engins –
Limites et méthodes de mesure**

**Radio disturbance characteristics for the
protection of receivers used on board vehicles,
boats, and on devices –
Limits and methods of measurement**

Révision de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI et du CISPR est constamment revu par la Commission et par le CISPR afin qu'il reflète bien l'état actuel de la technique.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- **Site web de la CEI***
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour mensuellement
(Catalogue en ligne)*
- **iec e-tech**
Disponible à la fois sur le site web de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie utilisée dans la présente publication

Seuls sont définis ici les termes spéciaux se rapportant à la présente publication.

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI), qui est établie sous forme de chapitres séparés traitant chacun d'un sujet défini, l'Index général étant publié séparément. Des détails complets sur le VEI peuvent être obtenus sur demande.

Pour les termes concernant les perturbations radioélectriques, voir le chapitre 902.

Symboles graphiques et littéraux

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique* et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

Les symboles et signes contenus dans la présente publication ont été soit tirés de la CEI 60027 ou CEI 60617, soit spécifiquement approuvés aux fins de cette publication.

* Voir adresse du site web sur la page de titre.

Revision of this publication

The technical content of IEC and CISPR publications is kept under constant review by the IEC and CISPR, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with monthly updates
(On-line catalogue)*
- **iec e-tech**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology used in this publication

Only special terms required for the purpose of this publication are defined herein.

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV), which is issued in the form of separate chapters each dealing with a specific field, the General Index being published as a separate booklet. Full details of the IEV will be supplied on request.

For terms on radio interference, see Chapter 902.

Graphical and letter symbols

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

The symbols and signs contained in the present publication have either been taken from IEC 60027 or IEC 60617, or have been specifically approved for the purpose of this publication.

* See web site address on title page.

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

CISPR
25

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

Deuxième édition
Second edition
2002-08

COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**Caractéristiques des perturbations
radioélectriques pour la protection des
récepteurs utilisés à bord des véhicules,
des bateaux et des engins –
Limites et méthodes de mesure**

**Radio disturbance characteristics for the
protection of receivers used on board vehicles,
boats, and on devices –
Limits and methods of measurement**

© IEC 2002 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission, 3, rue de Varembé, PO Box 131, CH-1211 Geneva 20, Switzerland
Telephone: +41 22 919 02 11 Telefax: +41 22 919 03 00 E-mail: inmail@iec.ch Web: www.iec.ch



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE **XB**

Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue

Publication CISPR 25 (Second edition – 2002) I-SH 01

Radio disturbance characteristics for the protection of receivers used on board vehicles, boats, and on devices – Limits and methods of measurement

INTERPRETATION SHEET

This interpretation sheet has been prepared by CISPR subcommittee D: Electro-magnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion engine powered devices.

The text of this interpretation sheet is based on the following documents:

ISH	Report on voting
CISPR/D/335/ISH	CISPR/D/338/R/D

Full information on the voting for the approval of this interpretation sheet can be found in the report on voting indicated in the above table.

There is a specific need for standards to define acceptable radio frequency performance of all electrical/electronic products. CISPR 12 and CISPR 25 have been developed to serve the road vehicle and related industries with test methods and limits that provide satisfactory protection for radio reception.

CISPR 12 has been used for many years as a regulatory requirement in numerous countries, to provide protection for radio receivers in the residential environment. It has been extremely effective in protecting the radio environment outside the vehicle.

CISPR 25 controls the radio environment within the vehicle and was developed in response to the variety of radio receivers that can be installed and/or used in modern motor vehicles. The Subcommittee holds the view that interference to on-board radio reception caused by equipment on the same vehicle is a quality, or customer satisfaction issue, rather than a matter for government regulation.

CISPR 25 defines test methods for use by vehicle manufacturers and suppliers, to assist in the design of vehicles and components and ensure controlled levels of on-board radio frequency emissions.

Vehicle test limits are provided for guidance and are based on a typical radio receiver using the antenna provided as part of the vehicle, or a test antenna if a unique antenna is not specified. The frequency bands that are defined are not applicable to all regions or countries of the world. For economic reasons, the vehicle manufacturer must be free to identify what frequency bands are applicable in the countries in which a vehicle will be marketed and which radio services are likely to be used in that vehicle.

As an example, many vehicle models will likely not have a television receiver installed; yet the television bands occupy a significant portion of the radio spectrum. Testing and mitigating noise sources in such vehicles is not economically justified.

The vehicle manufacturer should define the country in which the vehicle is to be marketed, then choose the applicable frequency bands and limits. Component test parameters can then be selected from CISPR 25 to support the chosen marketing plan.

Based upon the above information, National Standardization Organizations are encouraged to adopt both documents as national standards, taking into account the intended purpose of each of the documents.

Withdwn
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of CISPR 25:2002

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	6
INTRODUCTION	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives	12
3 Définitions	12
4 Exigences communes pour les mesures de perturbations sur les véhicules et sur les équipements/modules	18
4.1 Exigences générales d'essai et plan d'essai	18
4.1.1 Plan d'essai	18
4.1.2 Détermination de la conformité aux limites de l'appareil en essai	18
4.1.3 Catégories de sources de perturbations (comme spécifiées dans le plan d'essai)	18
4.1.4 Exemples de sources de perturbations large bande	22
4.1.5 Sources de perturbations bande étroite	22
4.1.6 Conditions de fonctionnement	22
4.1.7 Rapport d'essai	22
4.2 Exigences concernant les appareils de mesure	22
4.3 Cage de Faraday	24
4.4 Cage de Faraday recouverte d'absorbants (chambre anéchoïque)	24
4.4.1 Caractéristiques de réflexion	24
4.4.2 Dimensions	24
4.4.3 Objets dans la chambre anéchoïque	24
4.5 Instrument de mesure	24
4.5.1 Vitesse de balayage maximale	26
4.5.2 Bande passante de l'instrument de mesure	26
4.6 Alimentation	28
5 Mesure des perturbations reçues par une antenne située sur le même véhicule	30
5.1 Système d'antenne de mesure	30
5.1.1 Type d'antenne	30
5.1.2 Exigences pour les systèmes de mesure	30
5.2 Méthode de mesure	34
5.3 Limites des perturbations rayonnées sur véhicules	38
6 Mesures sur équipements et modules	40
6.1 Matériel d'essai	40
6.1.1 Plan de masse	40
6.1.2 Alimentation et réseau fictif	40
6.1.3 Réseau pour lignes de commande et de signaux	42
6.2 Émissions conduites par les équipements/modules – Méthode en tension	44
6.2.1 Généralités	44
6.2.2 Disposition du plan de masse	44
6.2.3 Configuration en cellule TEM	54
6.2.4 Limites pour les perturbations conduites des composants et modules – Méthode en tension	60
6.3 Émissions conduites par les équipements/modules – Méthode de la pince de courant	62
6.3.1 Généralités	62
6.3.2 Banc d'essai	62

CONTENTS

FOREWORD.....	7
INTRODUCTION.....	9
1 Scope.....	11
2 Normative references	13
3 Definitions	13
4 Requirements common to vehicle and component/module emissions measurement.....	19
4.1 General test requirements and test plan	19
4.1.1 Test plan	19
4.1.2 Determination of conformance of EUT with limits	19
4.1.3 Categories of disturbance sources (as applied in the test plan)	19
4.1.4 Examples of broadband disturbance sources	23
4.1.5 Narrowband disturbance sources	23
4.1.6 Operating conditions	23
4.1.7 Test report.....	23
4.2 Measuring equipment requirements	23
4.3 Shielded enclosure.....	25
4.4 Absorber-lined shielded enclosure (ALSE)	25
4.4.1 Reflection characteristics.....	25
4.4.2 Size	25
4.4.3 Objects in ALSE	25
4.5 Measuring instrument.....	25
4.5.1 Maximum scan rate	27
4.5.2 Measuring instrument bandwidth	27
4.6 Power supply.....	29
5 Measurement of emissions received by an antenna on the same vehicle	31
5.1 Antenna measuring system	31
5.1.1 Type of antenna	31
5.1.2 Measuring system requirements	31
5.2 Method of measurement	35
5.3 Limits for vehicle-radiated disturbances	39
6 Measurement of components and modules	41
6.1 Test equipment	41
6.1.1 Ground plane.....	41
6.1.2 Power supply and AN	41
6.1.3 Signal/control lines network	43
6.2 Conducted emissions from components/modules – Voltage method	45
6.2.1 General	45
6.2.2 Ground plane arrangement.....	45
6.2.3 TEM cell arrangement	55
6.2.4 Limits for conducted disturbances from components/modules – Voltage method	61
6.3 Conducted emissions from components/modules – Current probe method.....	63
6.3.1 General	63
6.3.2 Test set-up	63

6.3.3	Procédure d'essais	62
6.3.4	Limites pour les perturbations conduites des équipements/modules – Méthode de la pince de courant	66
6.4	Émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la chambre anéchoïque.....	68
6.4.1	Généralités	68
6.4.2	Banc d'essai	68
6.4.3	Procédure d'essais	72
6.4.4	Limites pour les émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la chambre anéchoïque.....	80
6.5	Émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la cellule TEM	80
6.5.1	Généralités	80
6.5.2	Banc d'essai	82
6.5.3	Procédure d'essais	84
6.5.4	Limites pour les perturbations rayonnées par les modules/équipements – Méthode de la cellule TEM.....	94
6.5.5	Perturbations rayonnées par les circuits intégrés.....	94
Annexe A (informative)	Diagramme d'application de la CISPR 25	96
Annexe B (informative)	Notes sur l'antiparasitage.....	98
Annexe C (normative)	Système d'adaptation d'antenne – Essai véhicule.....	100
Annexe D (informative)	Schéma du réseau fictif	104
Annexe E (normative)	Caractérisation des antennes fouet – Méthode de substitution par capacité équivalente	108
Annexe F (informative)	Dimensions des cellules TEM.....	116
Annexe G (informative)	Procédure de caractérisation de l'enceinte blindée pour les essais de composants.....	120
Annexe H (informative)	Suppresseur de courant de surface.....	122

6.3.3	Test procedure	63
6.3.4	Limits for conducted disturbances from components/modules – Current probe method.....	67
6.4	Radiated emissions from components/modules – ALSE method	69
6.4.1	General	69
6.4.2	Test set-up	69
6.4.3	Test procedure	73
6.4.4	Limits for radiated disturbances from components/modules – ALSE method	81
6.5	Radiated emissions from components/modules – TEM cell method	81
6.5.1	General	81
6.5.2	Test set-up	83
6.5.3	Test procedure	85
6.5.4	Limits for radiated disturbances from components/modules – TEM cell method.....	95
6.5.5	Disturbances radiated from integrated circuits	95
Annex A (informative)	Flow chart for checking the applicability of CISPR 25	97
Annex B (informative)	Notes on the suppression of disturbances	99
Annex C (normative)	Antenna matching unit – Vehicle test	101
Annex D (informative)	Artificial network schematic	105
Annex E (normative)	Rod antenna characterization – The equivalent capacitance substitution method	109
Annex F (informative)	TEM cell dimensions	117
Annex G (informative)	Characterization procedure for shielded enclosure for component testing	121
Annex H (informative)	Sheath-current suppressor	123

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE
COMITÉ INTERNATIONAL SPÉCIAL DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES

**CARACTÉRISTIQUES DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES
POUR LA PROTECTION DES RÉCEPTEURS UTILISÉS À BORD
DES VÉHICULES, DES BATEAUX ET DES ENGIN –
LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE**

AVANT-PROPOS

- 1) Les décisions formelles ou accords officiels du CISPR en ce qui concerne les questions techniques, préparées par des sous-comités où sont représentés tous les comités nationaux et les autres organisations membres du CISPR s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux et les organisations membres du CISPR.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, le CISPR exprime le vœu que tous les comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation du CISPR, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation du CISPR et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

La Norme internationale CISPR 25 a été établie par le sous-comité D du CISPR: Perturbations électromagnétiques relatives aux appareils électriques ou électroniques embarqués sur les véhicules et aux moteurs à combustion interne.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition publiée en 1995. Cette deuxième édition constitue une révision technique.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
CISPR/D/271/FDIS	CISPR/D/277/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Les annexes C et E font partie intégrante de cette norme.

Les annexes A, B, D, F, G et H sont données uniquement à titre d'information.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant 2007. A cette date, la publication sera

- reconduite;
- supprimée;
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

Le contenu du corrigendum de mars 2004 a été pris en considération dans cet exemplaire.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
INTERNATIONAL SPECIAL COMMITTEE ON RADIO INTERFERENCE

**RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS FOR THE PROTECTION OF
RECEIVERS USED ON BOARD VEHICLES, BOATS, AND ON DEVICES –
LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the CISPR on technical matters, prepared by sub-committees on which all the National Committees and other member organizations of the CISPR having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus on the subject dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees and other member organizations of the CISPR in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the CISPR expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the CISPR recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the CISPR recommendations and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

International Standard CISPR 25 has been prepared by CISPR subcommittee D: Electro-magnetic disturbances related to electric/electronic equipment on vehicles and internal combustion engine powered devices.

This second edition cancels and replaces the first edition published in 1995. This edition constitutes a technical revision.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
CISPR/D/271/FDIS	CISPR/D/277/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 3.

Annexes C and E form integral parts of this standard.

Annexes A, B, D, F, G and H are for information only.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until 2007. At this date, the publication will be

- reconfirmed;
- withdrawn;
- replaced by a revised edition, or
- amended.

The contents of the corrigendum of March 2004 have been included in this copy.

INTRODUCTION

La présente Norme internationale est destinée à protéger les récepteurs des perturbations produites sur un véhicule par conduction et par rayonnement.

Les procédures d'essais et limites données sont destinées à permettre un contrôle provisoire des émissions rayonnées des véhicules et des émissions conduites ou rayonnées de courte ou longue durée des équipements et modules.

Pour obtenir ce résultat, la présente norme:

- définit une méthode d'essai pour la mesure des perturbations électromagnétiques émanant d'un système électrique monté sur véhicule;
- établit les limites des perturbations électromagnétiques venant d'un système électrique implanté sur un véhicule;
- définit des méthodes d'essai des équipements ou des modules installés à bord des véhicules et considérés indépendamment vis-à-vis du véhicule;
- établit les limites des perturbations électromagnétiques des équipements en vue de protéger la réception à bord du véhicule des perturbations potentielles;
- classe les équipements automobiles en fonction de la durée des perturbations qu'ils engendrent afin d'établir une échelle de niveaux.

NOTE 1 Les essais des équipements ne sont pas destinés à remplacer les essais des véhicules. La corrélation exacte entre les essais des équipements et des véhicules dépend de la position de montage de l'équipement, de la longueur de câblage, du montage et de la mise à la masse, ainsi que de la position de l'antenne. Les essais des équipements donnent cependant la possibilité d'établir le comportement des équipements tant que le véhicule équipé n'est pas disponible.

NOTE 2 L'annexe B fournit des méthodes utiles pour la résolution des problèmes de perturbations.

INTRODUCTION

This standard is designed to protect receivers from disturbances produced by conducted and radiated emissions arising in a vehicle.

Test procedures and limits given are intended to provide provisional control of vehicle-radiated emissions, as well as component/module conducted/radiated emissions of long and short duration.

To accomplish this end, this standard:

- establishes a test method for measuring the electromagnetic emissions from the electrical system of a vehicle;
- sets limits for the electromagnetic emissions from the electrical system of a vehicle;
- establishes test methods for testing on-board components and modules independent from the vehicle;
- sets limits for electromagnetic emissions from components to prevent objectionable disturbance to on-board receivers;
- classifies automotive components by disturbance duration to establish a range of limits.

NOTE 1 Component tests are not intended to replace vehicle tests. Exact correlation between component and vehicle test performance is dependent on component mounting location, harness length, routing and grounding, as well as antenna location. Component testing, however, permits components to be evaluated prior to actual vehicle availability.

NOTE 2 Annex B provides helpful methodology for resolution of disturbance problems.

CARACTÉRISTIQUES DES PERTURBATIONS RADIOÉLECTRIQUES POUR LA PROTECTION DES RÉCEPTEURS UTILISÉS À BORD DES VÉHICULES, DES BATEAUX ET DES ENGIN – LIMITES ET MÉTHODES DE MESURE

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale donne les limites¹ et les procédures pour la mesure des perturbations radioélectriques dans la gamme de fréquences comprises entre 150 kHz et 1 000 MHz. Cette norme s'applique à tous les équipements électroniques/électriques destinés à une utilisation sur véhicules et engins. Le détail des allocations de fréquence peut-être obtenu en se référant aux publications de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT). Les limites d'essai ont pour but de permettre la protection des récepteurs installés dans le véhicule contre les perturbations créées par les équipements/modules installés dans le même véhicule². Les méthodes et limites pour un véhicule complet sont présentées à l'article 5 et les méthodes et limites pour les équipements/modules sont présentées à l'article 6.

NOTE Le fait d'assurer une compatibilité pour la réception radio dans le véhicule permettra également dans la plupart des cas d'assurer une compatibilité satisfaisante pour les récepteurs radio adjacents.

Les types de récepteurs à protéger sont les récepteurs de radio et de télévision³, les radios mobiles, les radiotéléphones, les radioamateurs et CB. Pour les besoins de la présente norme, un véhicule est une machine autopropulsée. Les véhicules incluent (sans s'y limiter) les voitures particulières, camions, machines agricoles et engins destinés à évoluer sur la neige. L'annexe A donne des indications pour déterminer si la présente norme est applicable à un matériel particulier.

Les limites de la présente norme sont recommandées et sujettes à modification par accord entre le fabricant de véhicules et le fournisseur d'équipements. Cette norme est également conçue pour être appliquée par les constructeurs et fournisseurs d'équipements et modules qui peuvent être ajoutés et raccordés au faisceau électrique du véhicule ou à un connecteur d'alimentation du véhicule, installés en seconde monte.

La présente Norme internationale ne concerne pas la protection des systèmes de commande électroniques contre les émissions radiofréquences (RF) ou contre les fluctuations de tensions transitoires ou impulsionnelles. Il est prévu que ces sujets soient pris en compte dans des publications de l'ISO.

Les méthodes décrites aux articles 5 et 6 s'appliquent à la suppression des perturbations des radios embarquées à bord des véhicules à moteur, des engins et machines de travaux, pour assurer une réception radio acceptable pour les récepteurs embarqués. Les exigences spécifiées ici donnent la tension perturbatrice maximale à l'extrémité du câble de l'antenne du véhicule côté récepteur dans la bande de fréquences 150 kHz à 1 000 MHz.

La suppression des perturbations des radios embarquées réduit l'énergie radioélectrique produite à l'intérieur d'un véhicule par un équipement électrique sur le réseau d'alimentation de bord. Les perturbations peuvent également être couplées à partir du câblage du véhicule à l'antenne de réception du véhicule. Les deux articles décrivent les méthodes de protection de la réception dans le véhicule dans lequel survient la perturbation. L'annexe B donne une méthodologie utile pour résoudre les problèmes de perturbation.

¹ La compatibilité d'un équipement par rapport à une limite pour un véhicule ne peut être validée que lors d'un essai sur véhicule complet.

² La protection des véhicules adjacents devrait également pouvoir être assurée dans la plupart des cas.

³ Une protection suffisante de la réception de la télévision est assurée par le respect des niveaux aux fréquences des services mobiles.

RADIO DISTURBANCE CHARACTERISTICS FOR THE PROTECTION OF RECEIVERS USED ON BOARD VEHICLES, BOATS, AND ON DEVICES – LIMITS AND METHODS OF MEASUREMENT

1 Scope

This International Standard contains limits¹ and procedures for the measurement of radio disturbances in the frequency range of 150 kHz to 1 000 MHz. The standard applies to any electronic/electrical component intended for use in vehicles and devices. Refer to International Telecommunications Union (ITU) publications for details of frequency allocations. The limits are intended to provide protection for receivers installed in a vehicle from disturbances produced by components/modules in the same vehicle². The methods and limits for a complete vehicle are in Clause 5 and the methods and limits for components/modules are in Clause 6.

NOTE Achieving satisfactory compatibility with on-board radio reception will also in most cases provide satisfactory compatibility with adjacent radio receiver reception.

The receiver types to be protected are: sound and television receivers³, land mobile radio, radio telephone, amateur and citizens' radio. For the purpose of this standard, a vehicle is a machine, which is self-propelled. Vehicles include (but are not limited to) passenger cars, trucks, agricultural tractors and snowmobiles. Annex A provides guidance in determining whether this standard is applicable to a particular equipment.

The limits in this standard are recommended and subject to modification as agreed between the vehicle manufacturer and the component supplier. This standard is also intended to be applied by manufacturers and suppliers of components and equipment which are to be added and connected to the vehicle harness or to an on-board power connector after delivery of the vehicle.

This International Standard does not include protection of electronic control systems from radio frequency (RF) emissions, or from transient or pulse-type voltage fluctuations. These subjects are expected to be included in ISO publications.

The methods described in Clauses 5 and 6 apply to the suppression of on-board radio disturbances for motor vehicles, devices and working machinery, to achieve acceptable radio reception with on-board radio receivers. The requirements contained herein specify the maximum permissible disturbance voltage at the receiver end of the vehicle antenna transmission line in the frequency range of 150 kHz to 1 000 MHz.

On-board radio disturbance suppression reduces the radio disturbance energy which is applied by electrical equipment within the vehicle to the on-board power supply of a vehicle. Disturbances can also be coupled from vehicle wiring to the receiving antenna on the vehicle. Both articles describe methods of safeguarding radio reception in the same vehicle in which the disturbance arises. Annex B provides a helpful methodology for resolution of disturbance problems.

¹ Only a complete vehicle test can be used to determine the component compatibility with respect to a vehicle's limit.

² Adjacent vehicles can be expected to be protected in most situations.

³ Adequate television protection will result from compliance with the levels at the mobile service frequencies.

Du fait que la position de montage, le type de carrosserie du véhicule, et la configuration du faisceau peuvent affecter les couplages des perturbations radioélectriques sur les récepteurs embarqués, l'article 6 de cette norme définit plusieurs niveaux de limites. La classe de niveau à utiliser (en fonction de la bande de fréquences) fera l'objet d'un accord entre le constructeur du véhicule et l'équipementier.

En 1979, la Conférence Administrative Mondiale des Radiocommunications (CAMR) a réduit pour la région 1 la limite inférieure en fréquence à 148,5 kHz. Pour les besoins des véhicules, des essais à 150 kHz sont considérés comme suffisants. Pour les besoins de la présente norme, les gammes de fréquences d'essais ont été étendues pour couvrir les services de radiodiffusion dans les différentes parties du monde. On peut prévoir que la protection de la réception radio à des fréquences adjacentes peut être assurée dans la plupart des cas.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60050-161:1990, *Vocabulaire Électrotechnique International (VEI) – Chapitre 161: Compatibilité électromagnétique*

CISPR 12, *Véhicules, bateaux et engins entraînés par des moteurs à combustion interne – Caractéristiques de perturbation radioélectrique – Limites et méthodes de mesure pour la protection des récepteurs à l'exception de ceux installés dans les véhicules/bateaux/engins eux-mêmes ou dans les véhicules/bateaux/engins proches*

CISPR 16-1:1999, *Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1

tension aux bornes du récepteur de mesures (tension antenne)

tension produite par une source de perturbation radioélectrique et mesurée en dB(μV) par un récepteur de mesure d'interférences radioélectriques conforme aux spécifications de la CISPR 16-1

3.2

émissions conduites permanentes des équipements

tensions/courants parasites de nature permanente existant sur les fils d'alimentation ou d'autres conducteurs d'un équipement/module, qui peuvent produire des brouillages de la réception sur les récepteurs embarqués

3.3

système d'adaptation d'antenne

système permettant d'adapter l'impédance d'une antenne à celle d'un récepteur de mesure 50 Ω sur toute la gamme de fréquences de mesure de l'antenne

Since the mounting location, vehicle body construction and harness design can affect the coupling of radio disturbances to the on-board radio, Clause 6 of this standard defines multiple limit levels. The level class to be used (as a function of frequency band) will be agreed upon between the vehicle manufacturer and the component supplier.

The World Administrative Radiocommunications Conference (WARC) lower frequency limit in region 1 was reduced to 148,5 kHz in 1979. For vehicular purposes, tests at 150 kHz are considered adequate. For the purposes of this standard, test frequency ranges have been generalized to cover radio services in various parts of the world. Protection of radio reception at adjacent frequencies can be expected in most cases.

2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60050-161:1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

CISPR 12, *Vehicles, boats and internal combustion engine driven devices – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement for the protection of receivers except those installed in the vehicle/boat/device itself or in adjacent vehicles/boats/devices*

CISPR 16-1:1999, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

3 Definitions

For the purpose of this International Standard, the following definitions apply.

3.1

receiver terminal voltage (antenna voltage)

voltage generated by a source of radio disturbance and measured in dB(μV) by a radio disturbance measuring instrument conforming to the requirements of CISPR 16-1

3.2

component continuous conducted emissions

noise voltages/currents of a steady-state nature existing on the supply or other leads of a component/module which may cause disturbance to reception in an on-board receiver

3.3

antenna matching unit

unit for matching the impedance of an antenna to that of the 50 Ω measuring instrument over the antenna measuring frequency range

3.4

facteur de correction d'une antenne

facteur qui, lorsqu'il est appliqué à la tension mesurée au niveau du connecteur d'entrée d'un récepteur de mesures, donne la valeur du champ électrique de l'antenne

NOTE Ce facteur de correction d'antenne est composé d'un facteur propre à l'antenne et d'un facteur propre au câble.

3.5

point de compression

niveau du signal d'entrée pour lequel le gain d'un système de mesures devient non linéaire, de telle sorte que l'indication en sortie s'écarte d'une valeur spécifiée en dB de la valeur linéaire idéale que fournirait un système de réception

3.6

classe

niveau de performance faisant l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur et mentionné dans le plan d'essai

3.7

engin

machine fonctionnant avec un moteur à combustion interne qui n'est pas principalement destinée au transport de personnes ou de marchandises

NOTE Les engins comprennent, sans se limiter à ceux-ci, les scies à chaîne, les pompes d'irrigation, les machines à souffler la neige, les compresseurs d'air et les engins d'aménagement des jardins.

3.8

frontière RF

élément d'un montage d'essai CEM qui définit quelle partie du câblage et/ou des périphériques est incluse dans l'environnement RF et quelle partie est exclue

NOTE Elle peut être constituée par exemple de réseaux fictifs, des broches de filtres de traversée, des câbles RF recouverts de matériau absorbant, et/ou d'un blindage RF.

3.9

réseau fictif

réseau de stabilisation d'impédance de ligne (RSIL⁴)

réseau électrique inséré dans le circuit d'alimentation en énergie électrique ou dans les lignes de signaux et/ou de charge d'un appareil en essai, qui fournit, dans une gamme de fréquences données, une impédance de charge spécifiée pour mesurer des tensions perturbatrices et qui peut aussi isoler l'appareil du réseau d'alimentation ou des sources de signaux et/ou de charge, aux fréquences de la gamme donnée

[VEI 161-04-05, modifié]

3.10

largeur de bande (d'un dispositif)

largeur de la bande de fréquences à l'intérieur de laquelle une caractéristique donnée d'un appareil ou d'une voie de transmission ne s'écarte pas d'une valeur de référence de plus d'une quantité spécifiée en valeur absolue ou relative

NOTE La caractéristique peut être, par exemple, la caractéristique amplitude/fréquence, la caractéristique phase/fréquence, ou la caractéristique temps de propagation/fréquence.

[VEI 161-06-09, modifié]

3.11

largeur de bande (d'une émission ou d'un signal)

largeur d'une bande de fréquences à l'extérieur de laquelle toute composante spectrale ne dépasse pas un pourcentage spécifié d'un niveau de référence

[VEI 161-06-10]

⁴ Aux USA.

3.4

antenna correction factor

factor which is applied to the voltage measured at the input connector of the measuring instrument to give the field strength at the antenna

NOTE The antenna correction factor is comprised of an antenna factor and a cable factor.

3.5

compression point

input signal level at which the gain of the measuring system becomes non-linear such that the indicated output deviates from an ideal linear receiving system's output by the specified increment in dB

3.6

class

performance level agreed upon by the purchaser and the supplier and documented in the test plan

3.7

device

machine driven by an internal combustion engine which is not primarily intended to carry persons or goods

NOTE Devices include, but are not limited to, chainsaws, irrigation pumps, snow blowers, air compressors, and landscaping equipment.

3.8

RF boundary

element of an EMC test set-up that determines what part of the harness and/or peripherals are included in the RF environment and what is excluded

NOTE It may consist of, for example, ANs, BANS, filter feed-through pins, RF absorber coated wire, and/or RF shielding.

3.9

artificial network (AN)

line impedance stabilization network (LISN⁴)

network inserted in the supply lead or signal/load lead of apparatus to be tested which provides, in a given frequency range, a specified load impedance for the measurement of *disturbance voltages* and which may isolate the apparatus from the supply or signal sources/loads in that frequency range

[IEV 161-04-05, modified]

3.10

bandwidth (of an equipment)

width of a frequency band over which a given characteristic of an equipment or transmission channel does not differ from its reference value by more than a specified amount or ratio

NOTE The given characteristic may be, for example, the amplitude/frequency characteristic, the phase/frequency characteristic or the delay/frequency characteristic.

[IEV 161-06-09, modified]

3.11

bandwidth (of an emission or signal)

width of the frequency band outside which the level of any spectral component does not exceed a specified percentage of a reference level

[IEV 161-06-10]

⁴ In the USA.

3.12

émission à large bande

émission dont la largeur de bande est supérieure à celle d'un récepteur ou d'un appareil de mesure donné

NOTE Une émission qui a un taux de répétition impulsionnelle (en Herz) inférieure à la bande passante d'un appareil de mesure spécifique peut être aussi considérée comme une émission large bande.

3.13

antiparasitage

action destinée à réduire ou à supprimer des perturbations électromagnétiques

[VEI 161-03-22]

3.14

tension perturbatrice

tension produite entre deux points sur deux conducteurs distincts par une perturbation électromagnétique et mesurée dans des conditions spécifiées

[VEI 161-04-01]

3.15

émission à bande étroite

émission dont la largeur de bande est inférieure à celle d'un récepteur ou d'un appareil de mesure donné

NOTE Une émission qui a un taux de répétition impulsionnelle (en Hertz) supérieure à la bande passante d'un appareil de mesure spécifique peut être aussi considérée comme une émission bande étroite.

3.16

détecteur de crête

détecteur qui fournit une tension de sortie égale à la valeur de crête du signal appliqué

[VEI 161-04-24]

3.17

détecteur de quasi-crête

détecteur ayant des constantes de temps électriques à la charge et à la décharge spécifiées et qui, lorsqu'on lui applique une suite d'impulsions identiques régulièrement espacées, fournit une tension de sortie égale à une fraction de la valeur de crête des impulsions, cette fraction tendant vers l'unité lorsque la fréquence de répétition croît

[VEI 161-04-21]

3.18

détecteur de valeur moyenne

détecteur qui fournit une tension de sortie égale à la valeur moyenne de l'enveloppe du signal appliqué

NOTE La moyenne est prise pendant une durée spécifiée.

[VEI 161-04-26]

3.19

environnement électromagnétique

ensemble des phénomènes électromagnétiques existant à un endroit donné

[VEI 161-01-01]

3.20

cage de Faraday

enceinte fermée par des parois métalliques pleines ou grillagées, destinée à séparer électromagnétiquement l'intérieur et l'extérieur

[VEI 161-04-37]

3.12**broadband emission**

an *emission* which has a *bandwidth* greater than that of a particular measuring apparatus or receiver

NOTE An emission which has a pulse repetition rate (in Hz) less than the bandwidth of a particular measuring instrument can also be considered as a broadband emission.

3.13**disturbance suppression**

action which reduces or eliminates electromagnetic disturbance

[IEV 161-03-22]

3.14**disturbance voltage**

interference voltage (deprecated)

voltage produced between two points on two separate conductors by an electromagnetic disturbance, measured under specified conditions

[IEV 161-04-01]

3.15**narrowband emission**

an emission which has a bandwidth less than that of a particular measuring apparatus or receiver

NOTE An emission which has a pulse repetition rate (in Hz) greater than the bandwidth of a particular measuring instrument can also be considered as a narrowband emission.

3.16**peak detector**

a detector, the output voltage of which is the peak value of an applied signal

[IEV 161-04-24]

3.17**quasi-peak detector**

a detector having specified electrical time constants which, when regularly repeated identical pulses are applied to it, delivers an output voltage which is a fraction of the peak value of the pulses, the fraction increasing towards unity as the pulse repetition rate is increased

[IEV 161-04-21]

3.18**average detector**

a detector the output voltage of which is the average value of the envelope of an applied signal

NOTE The average value must be taken over a specified time interval.

[IEV 161-04-26]

3.19**electromagnetic environment**

the totality of electromagnetic phenomena existing at a given location

[IEV 161-01-01]

3.20**shielded enclosure**

screened room

a mesh or sheet metallic housing designed expressly for the purpose of separating electromagnetically the internal and the external environment

[IEV 161-04-37]

3.21

plan de sol (de référence)

surface conductrice plate dont le potentiel est pris comme référence

[VEI 161-04-36]

NOTE Dans la suite de la présente norme, «plan de masse» et «plan de sol» peuvent être utilisés indifféremment.

4 Exigences communes pour les mesures de perturbations sur les véhicules et sur les équipements/modules

4.1 Exigences générales d'essai et plan d'essai

4.1.1 Plan d'essai

Un plan d'essai doit être établi pour chaque équipement à qualifier. Le plan d'essai doit spécifier la gamme de fréquences d'essai, les limites de perturbations et la classification des perturbations (large bande – de courte ou longue durée – ou bande étroite), le type et la position des antennes, les exigences concernant le rapport d'essai, la tension d'alimentation et les autres paramètres nécessaires.

4.1.2 Détermination de la conformité aux limites de l'appareil en essai

Si la nature des perturbations est inconnue, des essais doivent être effectués afin de déterminer si les émissions mesurées sont à bande étroite et/ou à large bande afin d'appliquer correctement les limites spécifiées dans le plan d'essai.

La figure 1 donne la procédure à suivre pour déterminer la conformité aux limites.

4.1.3 Catégories de sources de perturbations (comme spécifiées dans le plan d'essai)

Les sources de perturbations électromagnétiques peuvent être divisées en trois catégories:

- a) perturbations large bande permanente/longue durée et large bande de courte durée, issues de systèmes automatisés;
- b) perturbations large bande de courte durée, issues de systèmes actionnés manuellement;
- c) perturbations bande étroite.

NOTE Pour des exemples, voir 4.1.4, 4.1.5 et le tableau 1.

3.21**ground (reference) plane**

a flat conductive surface whose potential is used as a common reference

[IEV 161-04-36]

4 Requirements common to vehicle and component/module emissions measurement**4.1 General test requirements and test plan****4.1.1 Test plan**

A test plan shall be established for each item to be tested. The test plan shall specify the frequency range to be tested, the emissions limits, the disturbance classification (broadband long or short duration – or narrowband), antenna types and locations, test report requirements, supply voltage and other relevant parameters.

4.1.2 Determination of conformance of EUT with limits

If the type of disturbance is unknown, tests shall be made to determine whether measured emissions are narrowband and/or broadband to apply limits properly as specified in the test plan.

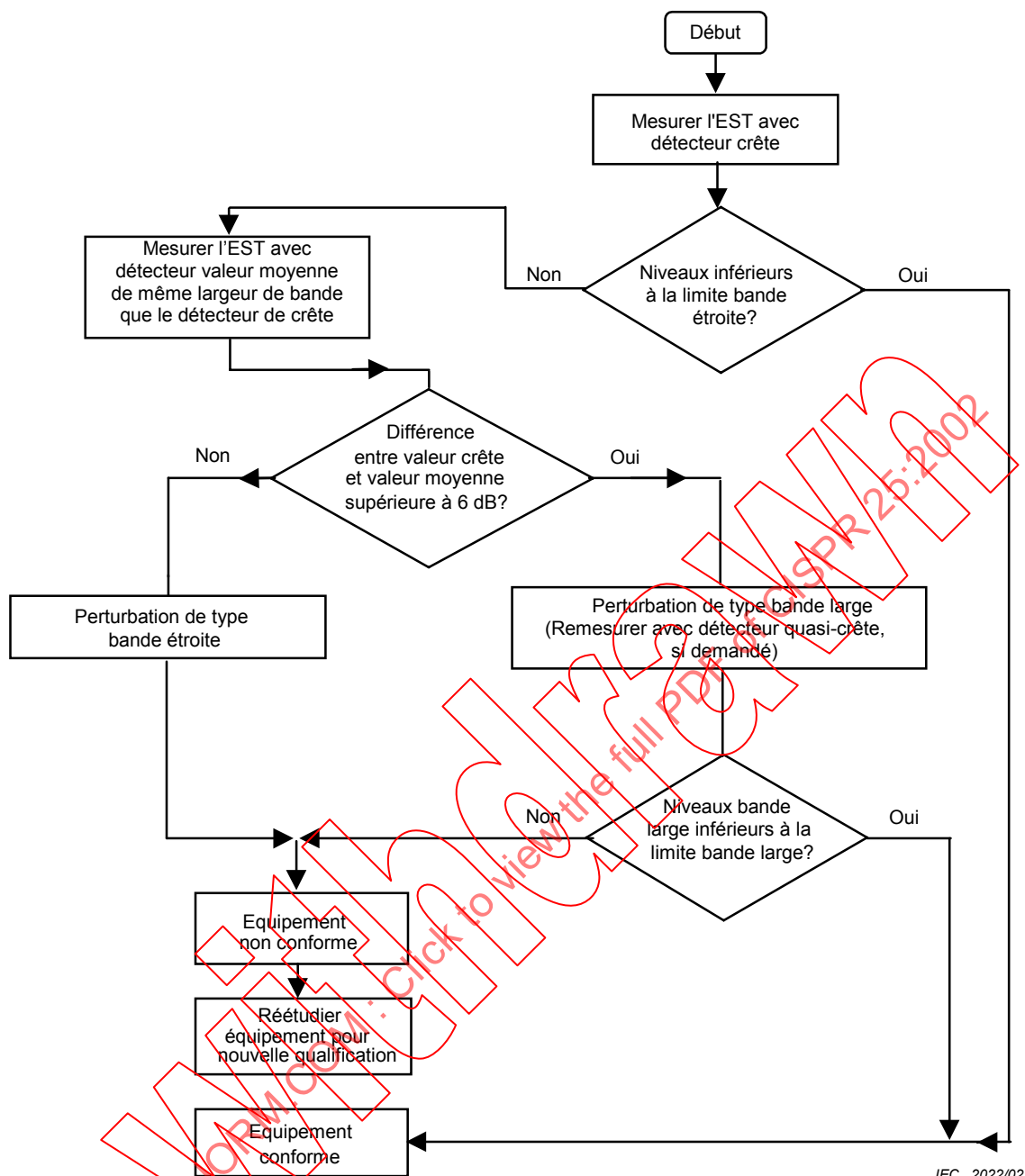
Figure 1 outlines the procedure to be followed in determining conformance with limits.

4.1.3 Categories of disturbance sources (as applied in the test plan)

Electromagnetic disturbance sources can be divided into three types:

- a) continuous/long duration broadband and automatically actuated short-duration equipment;
- b) manually actuated short-duration broadband;
- c) narrowband.

NOTE For examples, see 4.1.4 and 4.1.5 and table 1.



IEC 2022/02

Figure 1 – Méthode pour déterminer la conformité des perturbations rayonnées/conduites

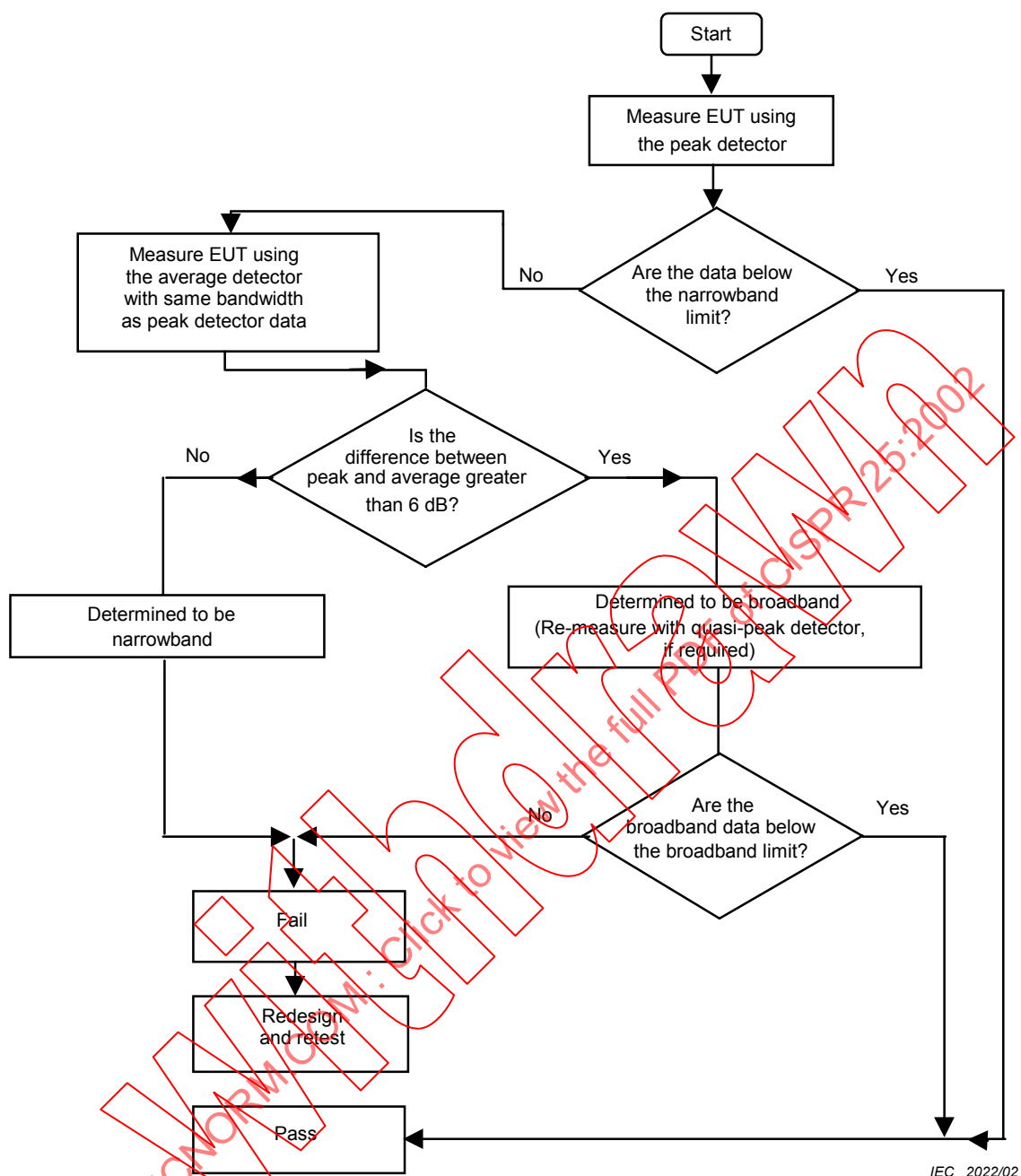


Figure 1 – Method of determination of conformance of radiated/conducted disturbance

4.1.4 Exemples de sources de perturbations large bande

NOTE 1 Les exemples du tableau 1 constituent un guide pour le choix des limites à utiliser dans le plan d'essai.

NOTE 2 Lors de l'essai des composants produisant des perturbations de courte durée, les utilisateurs de cette norme peuvent envisager une classe de performance inférieure ou une limite d'essai supérieure (différence typique: 6 dB).

Tableau 1 – Exemples de sources de perturbations large bande en fonction de la durée

Permanente	Longue durée *	Courte durée *
Système d'allumage	Moteur d'essuie-glace	Commande de puissance de l'antenne
Contrôle actif de suspension	Moteur du ventilateur de chauffage	Moteur de pompe de lave-glace
Injection diesel	Moteur d'essuie-glace arrière	Moteur de commande des rétroviseurs extérieurs
Système de régulation	Compresseur d'air conditionné	Fermeture centralisée
Alternateur	Ventilateur électrique du radiateur	Déplacement électrique des sièges
* Comme défini dans le plan d'essai.		

4.1.5 Sources de perturbations bande étroite

Les perturbations issues de sources utilisant des microprocesseurs, de la logique digitale, des oscillateurs ou générateurs d'horloge, etc., provoquent des émissions à bande étroite.

4.1.6 Conditions de fonctionnement

Des conditions différentes de fonctionnement de l'appareil en essai peuvent influencer les résultats de mesure d'émission. Lors des essais sur équipements/modules, l'appareil en essai doit fonctionner avec les charges nominales et dans des conditions nominales qui simulent son installation et son fonctionnement sur véhicule. Les conditions de fonctionnement doivent être spécifiées dans le plan d'essai.

Afin d'assurer un fonctionnement correct des équipements/modules pendant l'essai, un périphérique d'interface simulant l'installation dans le véhicule doit être utilisé. Selon les modes de fonctionnement prévus, tous les câbles de capteur et d'actionneur importants de l'appareil en essai doivent être connectés à un périphérique d'interface. Le périphérique d'interface doit pouvoir faire fonctionner l'appareil en essai conformément au plan d'essai.

Le périphérique d'interface peut être placé à l'intérieur ou à l'extérieur de la cage de Faraday. S'il est placé à l'intérieur, les niveaux de perturbation produits par le périphérique d'interface doivent être au moins de 6 dB inférieurs aux limites d'essais spécifiées dans le plan d'essai.

4.1.7 Rapport d'essai

Le rapport doit contenir les informations qui ont fait l'objet d'un accord entre le client et le fournisseur.

4.2 Exigences concernant les appareils de mesure

Tous les appareils doivent être étalonnés régulièrement afin d'assurer une conformité continue des appareils aux caractéristiques requises. Le niveau de bruit propre à l'appareil de mesure doit être d'au moins 6 dB inférieur aux limites spécifiées dans le plan d'essai.

4.1.4 Examples of broadband disturbance sources

NOTE 1 The examples in table 1 are intended as a guide to assist in determining which limits to use in the test plan.

NOTE 2 When testing components with short duration disturbances, the users of this standard may consider a lower performance class or an increased test level (6 dB difference typical).

Table 1 – Examples of broadband disturbance sources by duration

Continuous	Long duration *	Short duration *
Ignition system	Wiper motor	Power antenna
Active ride control	Heater blower motor	Washer pump motor
Fuel injection	Rear wiper motor	Door mirror motor
Instrument regulator	Air conditioning compressor	Central door lock
Alternator	Engine cooling	Power seat
* As defined in the test plan.		

4.1.5 Narrowband disturbance sources

Disturbances from sources employing microprocessors, digital logic, oscillators or clock generators, etc. cause narrowband emissions.

4.1.6 Operating conditions

Different operating conditions of the EUT can influence emission measurement results. When performing component/module tests, the EUT shall be exercised using typical loads and conditions, which simulate installation and operation in the vehicle. The operating conditions shall be specified in the test plan.

To ensure correct operation of components/modules during test, a peripheral interface unit shall be used which simulates the vehicle installation. Depending on the intended operating modes, all significant sensor and actuator leads of the EUT shall be connected to a peripheral interface unit. The peripheral interface unit shall be capable of controlling the EUT in accordance with the test plan.

The peripheral interface unit may be located internal or external to the shielded enclosure. If located in the shielded enclosure, the disturbance levels generated by the peripheral interface unit shall be at least 6 dB below the test limits specified in the test plan.

4.1.7 Test report

The report shall contain the information agreed upon by the customer and the supplier.

4.2 Measuring equipment requirements

All equipment shall be calibrated on a regular basis to assure continued conformance of equipment to required characteristics. The measuring equipment noise floor shall be at least 6 dB less than the limit specified in the test plan.

4.3 Cage de Faraday

Le niveau de bruit électromagnétique ambiant doit être d'au moins 6 dB inférieur aux limites spécifiées dans le plan d'essai pour chacun des essais qui doivent être effectués. L'efficacité de blindage de la cage de Faraday doit être suffisante pour garantir que le niveau de bruit électromagnétique ambiant exigé est respecté.

NOTE Bien qu'il ait de l'énergie réfléchie à l'intérieur de l'enceinte blindée, ceci est d'une importance faible pour les perturbations conduites du fait du couplage direct de l'appareillage de mesure aux conducteurs à l'appareil en essais. L'enceinte blindée peut être aussi simple qu'un banc doté d'un écran en partie supérieur adéquat.

4.4 Cage de Faraday recouverte d'absorbants (chambre anéchoïque)

Cependant, pour les mesures d'émissions rayonnées, l'énergie réfléchie peut provoquer des erreurs pouvant atteindre 20 dB. Pour cette raison, il est nécessaire d'appliquer des matériaux absorbants RF sur les murs et le plafond de la cage de Faraday qui doit être utilisée par les mesures d'émissions rayonnées. Il convient qu'aucun matériau absorbant ne soit placé sur le sol pour les essais véhicule mais le sol peut être recouvert de matériau absorbant pour les essais des équipements/modules. Les exigences suivantes concernant la chambre anéchoïque doivent aussi être respectées pour réaliser les mesures d'émissions RF rayonnées.

4.4.1 Caractéristiques de réflexion

Les caractéristiques de réflexion de la chambre anéchoïque doivent être telles que l'erreur maximale due à l'énergie réfléchie par les murs et le plafond soit inférieure à 6 dB dans la gamme de fréquences de 70 MHz à 1 000 MHz.

4.4.2 Dimensions

Pour les essais d'émission rayonnée, la cage de Faraday doit être de taille suffisante pour assurer que ni le véhicule/appareil en essai ni l'antenne d'essai ne soit à moins de a) 2 m des murs ou du plafond et b) 1 m de la surface la plus proche des matériaux absorbants utilisés, excepté ceux placés sur le sol.

4.4.3 Objets dans la chambre anéchoïque

En particulier pour les mesures d'émissions rayonnées, la chambre anéchoïque doit être exempte de tout ce qui n'est pas nécessaire aux essais. Cela est exigé afin de réduire tout effet que pourraient avoir sur la mesure les équipements inutiles, les armoires de commande, les armoires de stockage, les bureaux, les chaises, etc. Le personnel qui n'est pas directement impliqué par les essais, ne doit pas être présent dans la chambre anéchoïque.

4.5 Instrument de mesure

L'instrument de mesure doit satisfaire aux exigences de la CISPR 16-1. Un balayage de fréquence manuel ou automatique peut être utilisé.

NOTE 1 Les analyseurs de spectre et les récepteurs à balayage sont particulièrement utiles pour les mesures de perturbations. Le mode de détection crête des analyseurs de spectre et des récepteurs à balayage fournit une indication de niveau qui n'est jamais inférieure au niveau quasi-crête pour la même bande passante. Il peut être pratique d'effectuer les mesures de perturbations avec la détection crête à cause du balayage plus rapide utilisable en détection crête qu'en détection quasi-crête.

NOTE 2 Un préamplificateur peut être utilisé entre l'antenne et l'instrument de mesure afin d'assurer l'exigence de 6 dB pour le plancher de bruit.

Lorsque les limites quasi-crête sont utilisées et qu'un détecteur crête est employé pour accroître la rapidité de mesure, toute mesure crête proche ou supérieure de la limite quasi-crête doit être refaite en utilisant le détecteur quasi-crête.

4.3 Shielded enclosure

The ambient electromagnetic noise levels shall be at least 6 dB below the limits specified in the test plan for each test to be performed. The shielding effectiveness of the shielded enclosure shall be sufficient to assure that the required ambient electromagnetic noise level requirement is met.

NOTE Although there will be reflected energy from the interior surfaces of the shielded enclosure, this is of minimal concern for the measurement of conducted disturbances because of the direct coupling of the measuring instrument to the leads of the EUT. The shielded enclosure may be as simple as a suitably grounded bench-top screened cage.

4.4 Absorber-lined shielded enclosure (ALSE)

For radiated emission measurements, however, the reflected energy can cause errors of as much as 20 dB. Therefore, it is necessary to apply RF absorber material to the walls and ceiling of a shielded enclosure that is to be used for radiated emissions measurements. No absorber material should be placed on the floor for vehicle tests but the floor may be lined with absorber material for component tests. The following ALSE requirements shall also be met for performing radiated RF emissions measurements:

4.4.1 Reflection characteristics

The reflection characteristics of the ALSE shall be such that the maximum error caused by reflected energy from the walls and ceiling is less than 6 dB in the frequency range of 70 MHz to 1 000 MHz.

4.4.2 Size

For radiated emissions tests, the shielded enclosure shall be of sufficient size to ensure that neither the vehicle/EUT nor the test antenna shall be closer than a) 2 m from the walls or ceiling, and b) 1 m to the nearest surface of the absorber material used, except that used on the floor.

4.4.3 Objects in ALSE

In particular, for radiated emissions measurements the ALSE shall be cleared of all items not pertinent to the tests. This is required in order to reduce any effect they may have on the measurement. Included are unnecessary equipment, cable racks, storage cabinets, desks, chairs, etc. Personnel not actively involved in the test shall be excluded from the ALSE.

4.5 Measuring instrument

The measuring instrument shall comply with the requirements of CISPR 16-1. Either manual or automatic frequency scanning may be used.

NOTE 1 Spectrum analysers and scanning receivers are particularly useful for disturbance measurements. The peak detection mode of spectrum analysers and scanning receivers provides a display indication which is never less than the quasi-peak indication for the same bandwidth. It may be convenient to measure emissions using peak detection because of the faster scan possible than with quasi-peak detection.

NOTE 2 A preamplifier may be used between the antenna and measuring instrument in order to achieve the 6 dB noise floor requirements.

When quasi-peak limits are being used, and a peak detector is used for time efficiency, any peak measurements with results at or above the test limit shall be re-measured using the quasi-peak detector.

4.5.1 Vitesse de balayage maximale

La vitesse de balayage d'un analyseur de spectre ou d'un récepteur à balayage doit être ajustée en fonction des bandes de fréquence CISPR et des modes de détection utilisés. La vitesse de balayage maximale est indiquée dans le tableau 2.

Tableau 2 – Vitesse de balayage maximale

Bande ^a		Détection crête	Détection quasi-crête
A	9 kHz à 150 kHz	Non applicable	Non applicable
B	0,15 MHz à 30 MHz	100 ms/MHz	200 s/MHz
C, D	30 MHz à 1 000 MHz	1 ms/MHz ou 100 ms/MHz ^b	20 s/MHz
NOTE Certains signaux (par exemple des signaux à faible taux de répétition) peuvent exiger des vitesses de balayage plus faibles ou des balayages multiples pour garantir que l'amplitude maximale a été mesurée. Pour la mesure d'émission à large bande pure avec un récepteur à balayage, un balayage par pas de fréquence supérieurs à la bande passante de mesure est permis; cela permet d'accélérer la mesure du spectre d'émission.			
^a Définition des bandes de la CISPR 16-1.			
^b Lorsqu'une bande passante de 9 kHz est utilisée, la valeur de 100 ms/MHz doit être utilisée.			

4.5.2 Bande passante de l'instrument de mesure

La bande passante de l'instrument de mesure doit être choisie de telle sorte que le plancher de bruit soit d'au moins 6 dB inférieur à la courbe de limite. Les bandes passantes du tableau 3 sont recommandées. Pour les bandes service mobile, une bande passante de 9 kHz doit être utilisée pour la discrimination bande étroite/bande large (décrite à la figure 1) avec un détecteur crête ou de valeur moyenne.

NOTE 1 Lorsque la bande passante de l'instrument de mesure est supérieure à la bande passante d'un signal bande étroite, l'amplitude du signal mesurée n'est pas modifiée. La valeur indiquée du bruit large bande impulsif sera inférieure lorsque la bande passante de l'instrument de mesure est réduite.

NOTE 2 Un préamplificateur peut être utilisé entre l'antenne et l'instrument de mesure afin d'assurer l'exigence de 6 dB pour le plancher de bruit.

Tableau 3 – Bande passante de l'instrument de mesure (6 dB)

Service/bande de fréquence MHz	Large bande crête ou quasi-crête kHz	Bande étroite crête ou valeur moyenne kHz
Radiodiffusion MA 0,15 à 30	9	9
Radiodiffusion FM 76 à 108	120	120
Service mobile 30 à 960	120	9 ^a
^a En pratique et afin de réduire la durée totale de balayage dans les bandes de fréquences des services mobiles, il est autorisé d'effectuer les mesures avec une bande passante de 120 kHz. Si les résultats de mesure avec une bande passante de 120 kHz sont inférieurs à la limite bande étroite indiquée dans le plan d'essai, alors le résultat est accepté. La valeur de la bande passante de mesure utilisée dans ces bandes de fréquence doit être indiquée dans le rapport d'essai.		

Si un analyseur de spectre est utilisé pour les mesures crêtes, la bande passante vidéo doit être au moins égale à trois fois la bande passante de résolution.

Pour la distinction bande étroite/large bande conformément à la figure 1, les deux bandes passantes (en détection crête et moyenne) doivent être identiques.

4.5.1 Maximum scan rate

The scan rate of a spectrum analyser or scanning receiver shall be adjusted for the CISPR frequency band and detection mode used. The maximum scan rate is listed in table 2.

Table 2 – Maximum scan rate

Band ^a	Peak detection	Quasi-peak detection
A 9 kHz to 150 kHz	Does not apply	Does not apply
B 0,15 MHz to 30 MHz	100 ms/MHz	200 s/MHz
C, D 30 MHz to 1 000 MHz	1 ms/MHz or 100 ms/MHz ^b	20 s/MHz
NOTE Certain signals (e.g. low repetition rate signals) may require slower scan rates or multiple scans to ensure that the maximum amplitude has been measured. For the measurement of pure broadband emission with a scanning receiver, frequency steps greater than the measurement bandwidth are permitted, thus accelerating the measurement of the emission spectrum.		
^a Band definition from CISPR 16-1.		
^b When 9 kHz bandwidth is used, the 100 ms/MHz value shall be used.		

4.5.2 Measuring instrument bandwidth

The bandwidth of the measuring instrument shall be chosen such that the noise floor is at least 6 dB lower than the limit curve. The bandwidths in table 3 are recommended. For mobile service bands, the 9 kHz bandwidth shall be used for narrowband/broadband discrimination (described in figure 1) with peak and average detector.

NOTE 1 When the bandwidth of the measuring instrument exceeds the bandwidth of a narrowband signal, the measured signal amplitude will not be affected. The indicated value of impulsive broadband noise will be lower when the measuring instrument bandwidth is reduced.

NOTE 2 A pre-amplifier may be used between the antenna and the measuring instrument in order to achieve the 6 dB noise floor requirement.

Table 3 – Measuring instrument bandwidth (6 dB)

Service/Frequency range MHz	Broadband peak or quasi-peak kHz	Narrowband peak or average kHz
AM broadcast 0,15 to 30	9	9
FM broadcast 76 to 108	120	120
Mobile service 30 to 960	120	9 ^a
^a In practice and in order to reduce the total sweep time duration in the mobile service frequency bands, it is allowed to perform the measurements with a bandwidth of 120 kHz. If the result of the measurement with a 120 kHz bandwidth is lower than the narrowband limit indicated in the test plan, then the test result is accepted. The value of the measurement bandwidth used in these frequency ranges shall be indicated in the test report.		

If a spectrum analyser is used for peak measurements, the video bandwidth shall be at least three times the resolution bandwidth.

For the narrowband/broadband discrimination according to figure 1, both bandwidths (with peak and average detectors) shall be identical.

4.6 Alimentation

L'alimentation doit être réglée de façon appropriée pour maintenir la tension d'alimentation U_s dans les limites suivantes:

Essais véhicules: $U_s = \left(12^{+2}_0 \right)$ V pour les systèmes à tension nominale 12 V

$U_s = \left(24^{+4}_0 \right)$ V pour les systèmes à tension nominale 24 V

NOTE La plupart des essais véhicule sont effectués moteur non tournant, mais en position «plus après contact». En conséquence, il faut prendre des précautions pour que la batterie soit suffisamment bien chargée. La tension de batterie doit être contrôlée pendant les essais.

Essais équipements/modules: $U_s = (13,5 \pm 0,5)$ V pour les systèmes à tension nominale 12 V

$U_s = (27 \pm 1)$ V pour les systèmes à tension nominale 24 V

L'alimentation doit également être filtrée de manière adéquate afin que le bruit RF produit par l'alimentation soit d'au moins 6 dB inférieur aux limites spécifiées dans le plan d'essai.

Une batterie de véhicule doit être connectée en parallèle sur l'alimentation lorsque cela est spécifié dans le plan d'essai.

4.6 Power supply

The power supply shall have adequate regulation to maintain the supply voltage U_s within the ranges specified:

Vehicle tests: $U_s = \left(12^{+2}_0 \right)$ V for systems with 12 V nominal supply voltage

$U_s = \left(24^{+4}_0 \right)$ V for systems with 24 V nominal supply voltage

NOTE Most of the vehicle tests will be performed without the engine running, but with the ignition switched on, therefore care must be taken to ensure that the battery is sufficiently well charged. The battery voltage shall be monitored during the tests.

Component/module tests: $U_s = (13,5 \pm 0,5)$ V for systems with 12 V nominal supply voltage

$U_s = (27 \pm 1)$ V for systems with 24 V nominal supply voltage

The power supply shall also be adequately filtered such that the RF noise produced by the power supply is at least 6 dB lower than the limits specified in the test plan.

When specified in the test plan, a vehicle battery shall be connected in parallel with the power supply.

5 Mesure des perturbations reçues par une antenne située sur le même véhicule

5.1 Système d'antenne de mesure

5.1.1 Type d'antenne

Une antenne similaire à celle qui doit être installée sur le véhicule doit être utilisée comme antenne de mesure pour les bandes pour lesquelles elle a été conçue. Les antennes du tableau 4 doivent être utilisées pour les autres bandes.

Si aucune antenne ne doit être fournie avec le véhicule (comme cela est souvent le cas avec un système du service mobile), les antennes du type de celles du tableau 4 doivent être utilisées pour l'essai. Le type d'antenne et sa position doivent être indiqués dans le plan d'essai.

Si une antenne active est utilisée, le plancher de bruit du signal mesuré au connecteur d'antenne radio peut augmenter (voir 5.3).

Tableau 4 – Types d'antennes

Service/Bande ^a	Fréquence MHz	Type d'antenne
Radiodiffusion Okm MA Ohm MA Odam MA Om MF	0,15 à 0,3 0,53 à 2,0 5,9 à 6,2 76 à 108	Monopole 1 m Monopole 1 m Monopole 1 m Monopole 1 m
Services mobiles Om Om Om Odm Odm	30 à 54 68 à 87 142 à 175 380 à 512 820 à 960	Monopole 1/4 d'onde chargé Monopole 1/4 d'onde Monopole 1/4 d'onde Monopole 1/4 d'onde Monopole 1/4 d'onde
^a Okm: Ondes kilométriques Ohm: Ondes hectométriques Odam: Ondes décamétriques Om: Ondes métriques Odm: Ondes décimétriques MA: modulation d'amplitude MF: Modulation de fréquence		

5.1.2 Exigences pour les systèmes de mesure

5.1.2.1 Bandes de radiodiffusion

Pour chaque bande de fréquences, la mesure doit être effectuée avec une instrumentation qui a les caractéristiques spécifiées suivantes:

5.1.2.1.1 Radiodiffusion en modulation d'amplitude

Okm (0,15 MHz à 0,3 MHz)

Ohm (0,53 MHz à 2,0 MHz)

Odam (5,9 MHz à 6,2 MHz) ⁵

⁵ Bien qu'il y ait certaines autres bandes de radiodiffusion en onde décadrétrique, cette bande particulière a été choisie parce qu'elle est la plus fréquemment utilisée dans les véhicules. On suppose que les autres émissions en ondes décadrétriques seront protégées s'il y a conformité aux limites dans cette bande particulière.

5 Measurement of emissions received by an antenna on the same vehicle

5.1 Antenna measuring system

5.1.1 Type of antenna

An antenna of the type to be supplied with the vehicle shall be used as the measurement antenna for the bands for which it is designed to be used for radio reception. The antennas of table 4 shall be used for all other bands.

If no antenna is to be furnished with the vehicle (as is often the case with a mobile radio system), the antenna types in table 4 shall be used for the test. The antenna type and location shall be included in the test plan.

If an active antenna is used, the noise floor of the measured signal at the radio antenna connector may increase (see also clause 5.3).

Table 4 – Antenna types

Service/Band ^a	Frequency MHz	Antenna type
Broadcast		
LW AM	0,15 to 0,3	1 m monopole
MW AM	0,53 to 2,0	1 m monopole
SW AM	5,9 to 6,2	1 m monopole
VHF FM	76 to 108	1 m monopole
Mobile services		
VHF	30 to 54	Loaded quarter-wave monopole
VHF	68 to 87	Quarter-wave monopole
VHF	142 to 175	Quarter-wave monopole
UHF	380 to 512	Quarter-wave monopole
UHF	820 to 960	Quarter-wave monopole
^a LW: Long wave MW: Medium wave SW: Short wave VHF: Very high frequency UHF: Ultra high frequency AM: Amplitude modulation FM: Frequency modulation		

5.1.2 Measuring system requirements

5.1.2.1 Broadcast bands

For each band, the measurement shall be made with instrumentation which has the following specified characteristics.

5.1.2.1.1 AM broadcast:

Long wave (0,15 MHz to 0,3 MHz)

Medium wave (0,53 MHz to 2,0 MHz)

Short wave (5,9 MHz to 6,2 MHz)⁵

⁵ Although there are several other short-wave broadcast bands, this particular band has been chosen because it is most commonly used in vehicles. It is expected that other short-wave bands will be protected by conformance to the limits in this band.

Le système de mesures doit avoir les caractéristiques suivantes:

- impédance de sortie du système d'adaptation d'impédance: résistif 50 Ω ;
- gain: Le gain (ou l'atténuation) de l'équipement de mesure doit être connu avec une précision de $\pm 0,5$ dB. Le gain de l'équipement doit se maintenir dans une enveloppe de 6 dB pour chaque bande de fréquences, comme indiqué à la figure 2. L'étalonnage doit être réalisé conformément à l'annexe C.

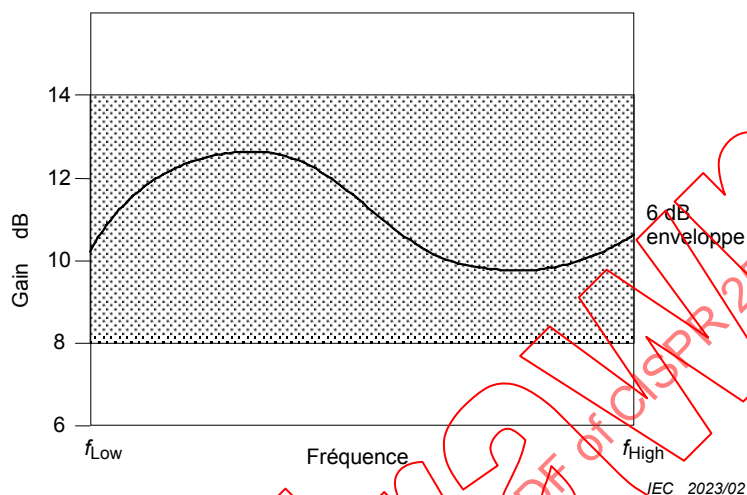


Figure 2 – Exemple de courbe de gain

- point de compression: Le point de compression à 1 dB ne doit pas intervenir pour des tensions sinusoïdales de niveaux inférieurs à 60 dB(μ V);
- plancher de bruit du système de mesure: Le plancher de bruit de l'équipement combiné, incluant l'instrumentation de mesure, l'amplificateur adaptateur et le préamplificateur (s'il est utilisé) doit être d'au moins 6 dB inférieur à la limite;
- dynamique de mesure: elle s'étend du plancher de bruit jusqu'au point de compression à 1 dB;
- impédance d'entrée: l'impédance du système de mesure à l'entrée du dispositif d'adaptation doit avoir une résistance d'au moins 100 k Ω en parallèle avec une capacité d'au plus 10 pF.

En général, les antennes actives augmenteront le niveau de bruit.

5.1.2.1.2 Radiodiffusion en modulation de fréquence (76 MHz à 108 MHz)

Les mesures doivent être réalisées avec un instrument de mesure possédant une impédance d'entrée égale à 50 Ω . Si le rapport d'onde stationnaire (ROS) est plus grand que 2:1, un dispositif d'adaptation en entrée doit être utilisé. Une correction appropriée doit être faite pour chaque atténuation/gain du système d'adaptation.

5.1.2.2 Services mobiles (30 MHz à 960 MHz)

La procédure d'essais utilise un système de mesure présentant une impédance de 50 Ω et une antenne d'impédance de 50 Ω dans la gamme de fréquences allant de 30 MHz à 960 MHz.

Si les impédances du système de mesure et de l'antenne utilisée sont différentes, un dispositif approprié d'adaptation faisant intervenir un facteur de correction doit être utilisé.

The measuring system shall have the following characteristics:

- output impedance of impedance matching equipment: 50 Ω resistive;
- gain: the gain (or attenuation) of the measuring equipment shall be known with an accuracy of $\pm 0,5$ dB. The gain of the equipment shall remain within a 6 dB envelope for each frequency band as shown in figure 2. Calibration shall be performed in accordance with annex C;

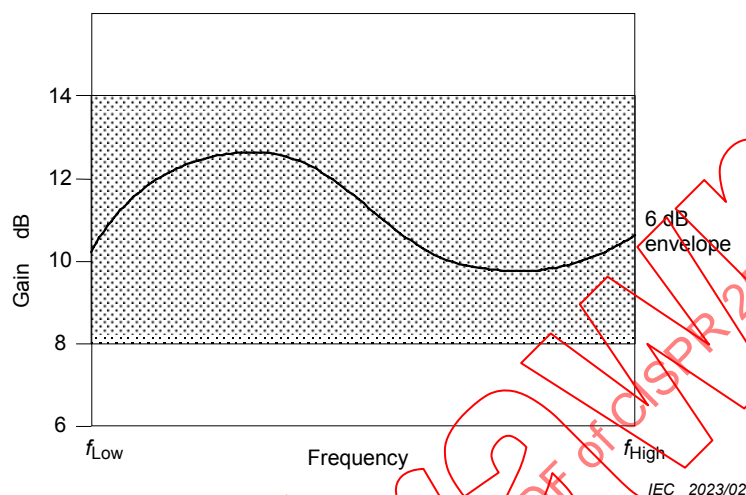


Figure 2 – Example of gain curve

- compression point: the 1 dB compression point shall occur at a sine wave voltage level greater than 60 dB(μ V);
- measurement system noise floor: the noise floor of the combined equipment including measuring instrument, matching amplifier, and preamplifier (if used) shall be at least 6 dB lower than the limit level;.
- dynamic range: from the noise floor to the 1 dB compression point;
- Input impedance: the impedance of the measuring system at the input of the matching network shall have a resistance of at least 100 k Ω in parallel with a maximum capacitance of 10 pF.

Active antennas, in general, will increase the noise floor.

5.1.2.1.2 FM broadcast (76 MHz to 108 MHz)

Measurements shall be taken with a measuring instrument which has an input impedance of 50 Ω . If the standing wave ratio (SWR) is greater than 2:1 an input matching network shall be used. Appropriate correction shall be made for any attenuation/gain of the matching unit

5.1.2.2 Mobile services (30 MHz to 960 MHz)

The test procedure assumes a 50 Ω measuring instrument and a 50 Ω antenna in the frequency range 30 MHz to 960 MHz.

If a measuring instrument and an antenna with differing impedances are used, an appropriate network and correction factor shall be used.

5.2 Méthode de mesure

Afin de déterminer les caractéristiques des perturbations en provenance d'une source de perturbation unique ou de plusieurs sources de perturbations, toutes les sources doivent être forcées à fonctionner indépendamment dans leurs conditions normales de fonctionnement (effets des transitoires à déterminer).

Le niveau de tension perturbatrice doit être mesuré en sortie du câble coaxial de l'antenne destinée à être raccordée à l'entrée du récepteur, en utilisant le contact de masse du connecteur comme référence. Le connecteur de l'antenne doit être raccordé à la masse du boîtier de l'équipement radioélectrique embarqué. Le boîtier de l'équipement radioélectrique doit être relié à la masse du véhicule par l'intermédiaire du câblage monté de série. Un connecteur coaxial blindé doit être utilisé pour la connexion au récepteur de mesure à l'extérieur de l'enceinte blindée. Voir la figure 3. Dans le cas d'une antenne de véhicule active alimentée par le câble d'antenne de l'autoradio (circuit fantôme), un réseau de découplage similaire à celui utilisé dans le récepteur doit être installé au niveau du connecteur d'antenne pour alimenter l'antenne active à partir de l'alimentation du véhicule.

Lorsqu'on effectue des mesures dans les bandes MA (Okm, Ohm, Odam), la masse du véhicule ou de l'unité d'adaptation et la masse de la chambre anéchoïque doivent être électriquement isolées l'une de l'autre par exemple par un transformateur d'isolation, un suppresseur de courant de surface, un instrument de mesure alimenté par batterie, un système à fibre optique, etc. Une correction appropriée doit être appliquée pour les pertes d'insertion du système d'isolation (voir l'annexe H pour un exemple de suppresseur de courant de surface).

NOTE L'utilisation d'un câble double blindage de grande qualité est recommandé pour la connexion au récepteur de mesure, de même que l'utilisation d'anneaux de ferrite sur le câble pour la suppression des courants de surface.

Certains véhicules permettent de monter un récepteur en plusieurs endroits (par exemple sous le tableau de bord, sous le siège, etc.). Dans ces cas, un essai doit être effectué conformément aux spécifications fixées dans le plan d'essai pour chaque emplacement.

Lorsque les essais véhicule sont effectués sans le moteur qui tourne, l'alimentation définie en 4.6 doit être utilisée, si nécessaire, pour maintenir le système d'alimentation dans sa gamme spécifiée.

5.2 Method of measurement

To determine the disturbance characteristics of individual disturbance sources or disturbance systems, all sources shall be forced to operate independently across their range of normal operating conditions (transient effects to be determined).

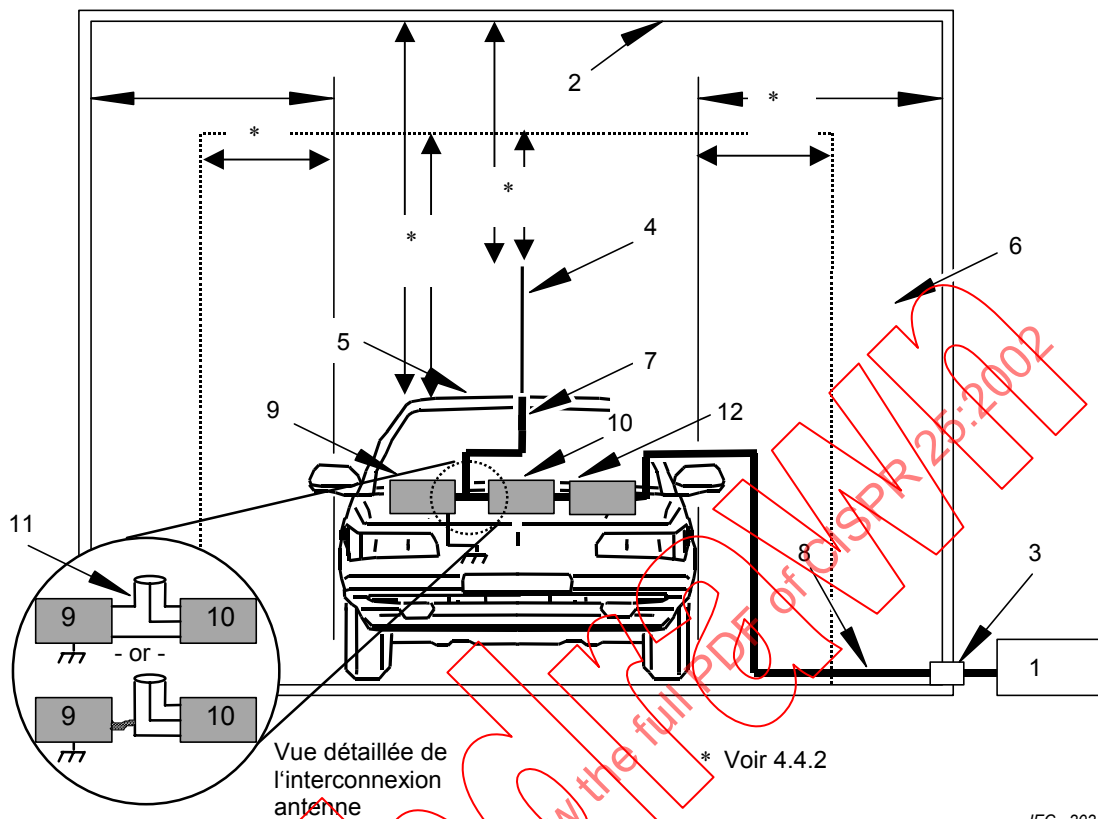
The disturbance voltage shall be measured at the receiver end of the antenna coaxial cable using the ground contact of the connector as reference. The antenna connector shall be grounded to the housing of the on-board radio. The radio housing shall be grounded to the vehicle body using the production harness. A coaxial bulkhead connector shall be used for connection to the measuring instrument outside the shielded room. See figure 3. In the case of an active vehicle antenna which is fed by the radio via the antenna cable (phantom network), a decoupling network similar to that used in the radio shall be installed at the antenna connector to feed the active antenna from the vehicle supply voltage.

When making measurements in the AM broadcast bands (LW, MW, SW), the vehicle/matching unit ground and ground of the ALSE shall be electrically isolated from each other by means such as an isolation transformer, sheath-current suppressor, battery-powered measurement instrumentation, fiber optics, etc. Appropriate correction shall be made for the insertion loss of any isolation network (see annex H for an example of a sheath-current suppressor).

NOTE The use of a high-quality double-shielded cable for connection to the measuring instrument is recommended as well as the use of ferrite rings on the cable for suppression of surface currents.

Some vehicles may allow a receiver to be mounted in several locations (e.g. under the instrument panel, under the seat, etc.). In these cases a test shall be carried out as specified in the test plan for each receiver location.

When vehicle measurements are made without the engine running, the power supply of 4.6 shall be used, when needed, to maintain the system voltage within its required range.

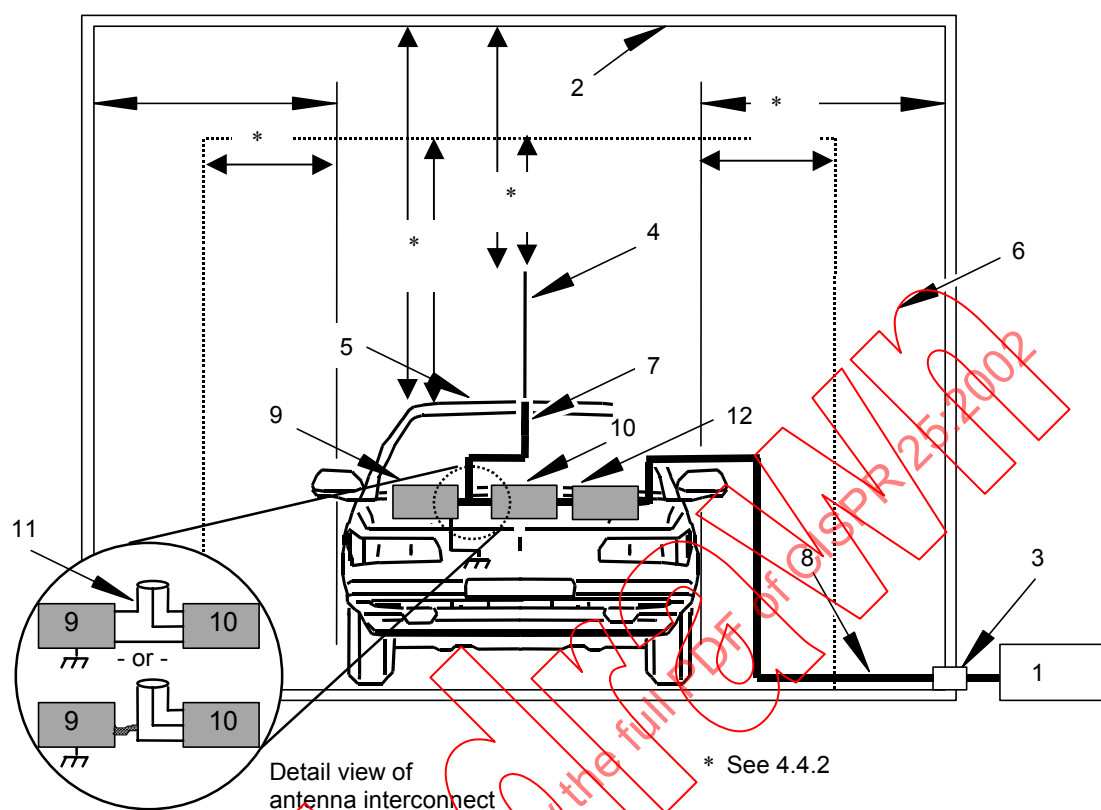


IEC 2024/02

Légende

- 1 Instrument de mesure
- 2 Chambre anéchoïque
- 3 Connecteur blindé
- 4 Antenne (voir 5.1.1)
- 5 Appareil en essai
- 6 Matériaux absorbants typiques
- 7 Câble coaxial d'antenne
- 8 Câble coaxial double blindage de grande qualité (50 Ω)
- 9 Boîtier de l'équipement radioélectrique embarqué
- 10 Unité d'adaptation d'impédance (si nécessaire)
- 11 Connecteur coaxial en «T» modifié
- 12 Réseau d'isolation des masses pour les bandes de radiodiffusion MA (si nécessaire)

Figure 3 – Émissions rayonnées sur véhicules – Exemple de schéma d'essai (vue de face avec une antenne de type monopole)



IEC 2024/02

Key

- 1 Measuring instrument
- 2 ALSE
- 3 Bulkhead connector
- 4 Antenna (see 5.1.1)
- 5 EUT
- 6 Typical absorber material
- 7 Antenna coaxial cable
- 8 High-quality double-shielded coaxial cable (50 Ω)
- 9 Housing of on-board radio
- 10 Impedance matching unit (when required)
- 11 Modified coaxial "T" connector
- 12 AM broadcast band ground isolation network (when required)

Figure 3 – Vehicle-radiated emissions – Example for test layout (end view with monopole antenna)

5.3 Limites des perturbations rayonnées sur véhicules

Pour une réception radio acceptable à bord d'un véhicule en utilisant un récepteur type, la tension perturbatrice mesurée en bout de câble d'antenne ne doit pas dépasser les valeurs données dans le tableau 5. Lorsqu'on utilise différents récepteurs, les limites peuvent être différentes et détaillées dans les spécifications propres au constructeur du véhicule.

Tableau 5 – Limites de perturbations – Véhicule complet

Service/Bande ^b	Fréquence MHz	Tension perturbatrice à la borne antenne du récepteur dB(μV)				
		Large bande continue		Large bande courte durée		Bande étroite
		Quasi-crête	Crête	Quasi-crête	Crête	Crête
Radiodiffusion						
Okm	0,15 à 0,30	9	22	15	28	6
Ohm	0,53 à 2,0	6	19	15	28	0
Odam	5,9 à 6,2	6	19	6	19	0
Om	76 à 108	6(15 ^a)	28	15	28	6
Services mobiles						
Om	30 à 54	6(15 ^a)	28	15	28	0
Om	68 à 87	6(15 ^a)	28	15	28	0
Om	142 à 175	6(15 ^a)	28	15	28	0
Odm	380 à 512	6(15 ^a)	28	15	28	0
Odm	820 à 960	6(15 ^a)	28	15	28	0
^a Limite pour les systèmes d'allumage seulement. ^b Okm: Ondes kilométriques, Ohm: Ondes hectométriques, Odam: Ondes décamétriques (modulation d'amplitude, MA) Om: Ondes métriques, Odm: Ondes décimétriques (modulation de fréquence, MF)						
NOTE 1 Toutes les valeurs large bande indiquées dans ce tableau sont valables pour les bandes passantes de mesure spécifiées dans le tableau 3. NOTE 2 Les signaux stéréo peuvent être plus susceptibles aux perturbations que les signaux mono dans la bande de fréquence MF. Ce phénomène a été considéré dans la limite en bande métrique (76 MHz à 108 MHz). NOTE 3 Si possible, il peut être judicieux d'arrêter seulement les sources de perturbation large bande pour la mesure des perturbations bande étroite.						

NOTE Si une antenne active est utilisée, le niveau de bruit peut augmenter. Le niveau de bruit additionnel dépend du type d'antenne et il faut l'ajouter aux limites du tableau 5. Un relâchement de la limite du fait d'un bruit additionnel de l'antenne active ne garantit pas la conformité. Des modifications ultérieures de la conception de l'antenne active peuvent conduire à une conformité. Ce sujet reste à l'étude.

5.3 Limits for vehicle-radiated disturbances

For acceptable radio reception in a vehicle using typical radio receivers, the disturbance voltage at the end of the antenna cable shall not exceed the values shown in table 5. Where different receivers are used, the limits may be changed and detailed in the vehicle manufacturers' own specification.

Table 5 – Limits of disturbance – Complete vehicle

Service/Band ^b	Frequency MHz	Terminal disturbance voltage at receiver antenna terminal dB(μV)				
		Broadband continuous		Broadband short duration		Narrowband
		Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	Peak
Broadcast						
LW	0,15 to 0,30	9	22	15	28	6
MW	0,53 to 2,0	6	19	15	28	0
SW	5,9 to 6,2	6	19	6	19	0
VHF	76 to 108	6(15 ^a)	28	15	28	6
Mobile services						
VHF	30 to 54	6(15 ^a)	28	15	28	0
VHF	68 to 87	6(15 ^a)	28	15	28	0
VHF	142 to 175	6(15 ^a)	28	15	28	0
UHF	380 to 512	6(15 ^a)	28	15	28	0
UHF	820 to 960	6(15 ^a)	28	15	28	0
^a Limit for ignition systems only. ^b LW: Long wave, MW: Medium wave, SW: Short wave (amplitude modulation, AM) VHF: Very high frequency, UHF: Ultra high frequency (frequency modulation, FM)						
NOTE 1 All broadband values listed in this table are valid for the bandwidths specified in table 3. NOTE 2 Stereo signals may be more susceptible to disturbance than monaural signals in the FM broadcast band. This phenomenon has been factored into the VHF (76 MHz to 108 MHz) limit. NOTE 3 When possible it may be advisable to switch broadband only disturbance sources off for the measurement of narrowband disturbance.						

NOTE If an active antenna is used, the noise floor may increase. The additional noise floor depends on the type of antenna and must be added to the limits in table 5. A relaxation of the limit because of the active antenna noise floor does not guarantee compliance. Subsequent changes to the active antenna design may result in compliance. This topic remains under study.

6 Mesures sur équipements et modules

6.1 Matériel d'essai

6.1.1 Plan de masse

Le plan de masse doit être en cuivre, en laiton ou acier galvanisé, d'épaisseur minimale 0,5 mm.

Les dimensions minimales du plan de masse pour les émissions conduites doivent être de 1 000 mm × 400 mm.

La largeur minimale du plan de masse pour les émissions rayonnées doit être de 1 000 mm. La longueur minimale du plan de masse pour les émissions rayonnées doit être de 2 000 mm, ou en dessous de la totalité de la projection de la base de l'équipement, augmentée de 200 mm, selon la plus grande des deux valeurs.

La hauteur du plan de masse (banc d'essai) par rapport au sol doit être de (900 ± 50) mm.

Le plan de masse doit être raccordé à la cage de Faraday de telle sorte que la résistance en courant continu ne dépasse pas 2,5 mΩ. De plus, les liaisons de masse ne doivent pas être espacées de plus de 0,3 m.

6.1.2 Alimentation et réseau fictif

Pour les essais définis en 6.2, 6.3, 6.4 et 6.5, chaque fil d'alimentation de l'appareil en essai doit être relié à l'alimentation par un réseau fictif. Pour les essais d'émission en cellule TEM décrits en 6.2.3 et en 6.5, un réseau fictif avec un connecteur coaxial facilitera la connexion d'alimentation de l'appareil en essai dans la cellule TEM.

On suppose que le pôle négatif de la tension d'alimentation est à la masse. Si l'appareil en essai a son pôle positif à la masse, alors les montages d'essai décrits dans les différentes figures doivent être adaptés en conséquence. L'alimentation doit être appliquée à l'appareil en essai par un réseau fictif 50 Ω / 5 μH (voir annexe D pour le schéma du réseau fictif). En fonction de l'installation prévue de l'appareil sur le véhicule:

- appareil raccordé au châssis à distance (fil de retour de masse de longueur supérieure à 200 mm): deux réseaux fictifs sont nécessaires, l'un pour la ligne d'alimentation positive, l'autre pour la ligne d'alimentation négative;
- appareil raccordé au châssis localement (fil de retour de masse de longueur inférieure ou égale à 200 mm): un réseau fictif est nécessaire pour la ligne d'alimentation positive.

Les réseaux fictifs doivent être montés directement sur le plan de masse. Le ou les boîtiers du ou des réseaux fictifs doivent être raccordés au plan de masse du banc d'essai.

Le pôle négatif doit être connecté au plan de masse du banc d'essai (entre l'alimentation et le ou les réseaux fictifs).

L'accès mesure du réseau fictif non connecté à l'instrument de mesure doit être fermé par une charge de 50 Ω.

6 Measurement of components and modules

6.1 Test equipment

6.1.1 Ground plane

The ground plane shall be made of 0,5 mm thick (minimum) copper, brass or galvanized steel.

The minimum size of the ground plane for conducted emissions shall be 1 000 mm × 400 mm.

The minimum width of the ground plane for radiated emissions shall be 1 000 mm. The minimum length of the ground plane for radiated emissions shall be 2 000 mm, or underneath the entire equipment plus 200 mm, whichever is larger.

The height of the ground plane (test bench) shall be (900 ± 50) mm above the floor.

The ground plane shall be bonded to the shielded enclosure such that the d.c. resistance shall not exceed 2,5 m Ω . In addition, the bond straps shall be placed at a distance no greater than 0,3 m apart.

6.1.2 Power supply and AN

For the tests defined in 6.2, 6.3, 6.4 and 6.5, each EUT power supply lead shall be connected to the power supply through an artificial network. For the TEM cell emissions tests of 6.2.3 and 6.5, an AN with a coaxial connector will facilitate connection to the TEM cell EUT power connector.

Power supply is assumed to be negative ground. If the EUT utilizes a positive ground then the test set-ups shown in the figures need to be adapted accordingly. Power shall be applied to the EUT via 50 Ω / 5 μ H artificial network (see annex D for artificial network schematic). Depending on the intended EUT installation in the vehicle:

- EUT remotely grounded (vehicle power return line longer than 200 mm): two artificial networks are required, one for the positive supply line and one for the power return line;
- EUT locally grounded (vehicle power return line 200 mm or shorter): one artificial network is required, for the positive supply.

The AN(s) shall be mounted directly on the ground plane. The case(s) of the AN(s) shall be bonded to the ground plane.

The power supply return shall be connected to the ground plane (between the power supply and the AN(s)).

The measuring port of the AN not connected to the measuring instrument shall be terminated with a 50 Ω load.

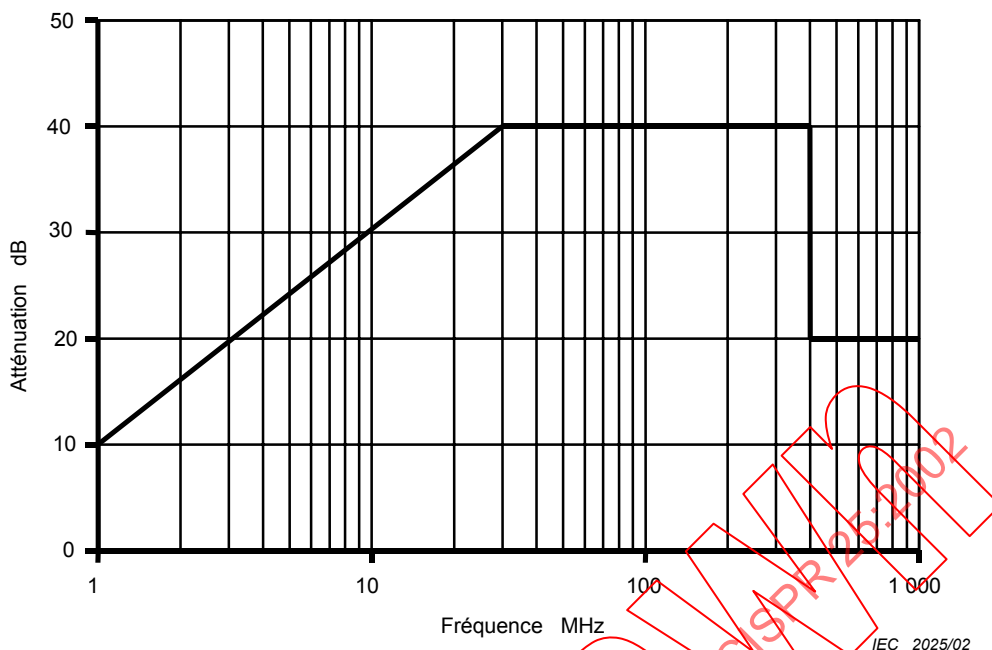


Figure 4 – Exemple pour l'atténuation minimale requise d'un réseau fictif

6.1.3 Réseau pour lignes de commande et de signaux

L'interface de simulation qui comprend des capteurs et des actionneurs termine le faisceau artificiel connecté à l'appareil en essai.

Cette terminaison va influencer les résultats d'essais. Afin d'assurer une reproductibilité suffisante, il faut utiliser la même terminaison à chaque mesure soit en utilisant un équipement spécifique en terminaison (par exemple un réseau fictif, des filtres), soit en utilisant le même périphérique d'interface de l'appareil en essai.

Le réseau fictif doit avoir une inductance nominale de 5 μ H. Les caractéristiques d'impédance et un schéma de principe sont donnés à l'annexe D.

Les ports de mesures de tous les réseaux fictifs doivent être connectés sur une charge 50 Ω . L'atténuation du réseau fictif doit être spécifiée dans l'ensemble de la gamme de fréquences de l'essai prévu des composants/modules (se référer aux articles 6.2 à 6.5), conformément aux exigences décrites à la figure 4. L'atténuation minimale doit être supérieure à 40 dB à partir de 30 MHz jusqu'à la fréquence de coupure (f_c), qui dépend de la méthode d'essai prévue. La figure 4 montre par exemple une fréquence de coupure haute f_c de la méthode sélectionnée de 400 MHz.

D'autres configurations de filtres passe-bas RF peuvent être utilisés si les caractéristiques du réseau fictif ne sont pas applicables à des signaux particuliers utiles des sorties ou des entrées de l'appareil en essai (par exemple données haut débit d'une interface réseau). Dans ce cas, des filtres RF identiques doivent être utilisés pour chaque nouvel essai. Les filtres doivent être spécifiés dans le plan d'essai.

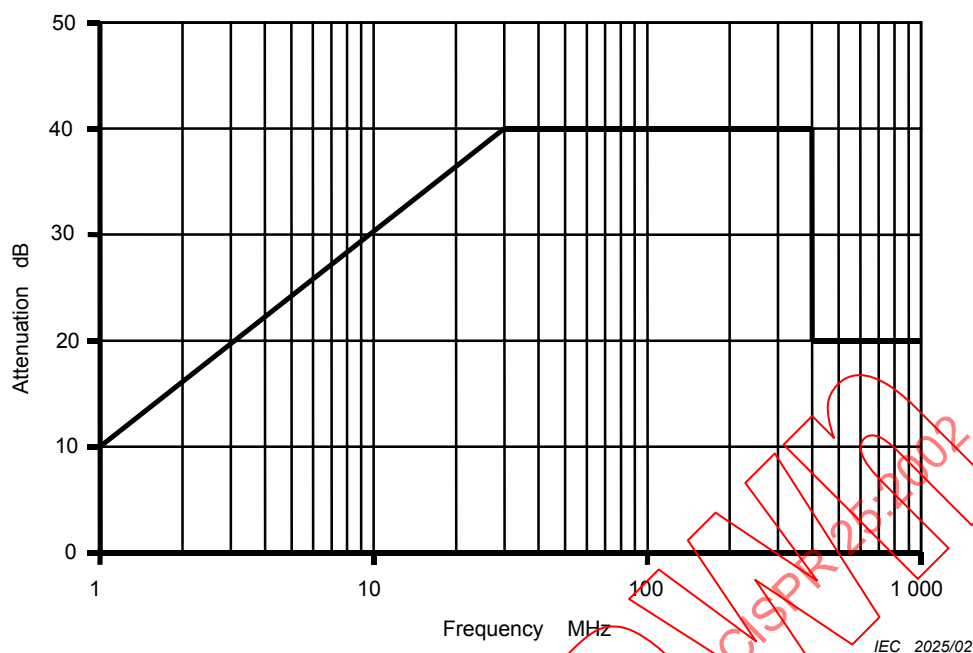


Figure 4 – Example for the required minimum attenuation of the AN

6.1.3 Signal/control lines network

The simulation interface which includes sensors and actuators, terminates the artificial harness connected to the EUT.

This termination will influence the test results. To ensure sufficient reproducibility, the same termination must be used for each measurement either by using special termination (e.g. artificial network, filters) or by using the same peripheral EUT interface.

The AN shall have a nominal 5 μ H inductance. The impedance characteristics and a suggested schematic are shown in annex D.

The measuring port of all ANs shall be terminated with a 50 Ω load. The attenuation of the AN shall be specified for the whole frequency range of the intended component/module test (see clauses 6.2 to 6.5) according to the requirements shown in figure 4. The minimum attenuation shall be more than 40 dB from 30 MHz up to the upper cut-off frequency (f_c), which depends on the intended test method. Figure 4 shows e.g. an upper cut off frequency (f_c) of the chosen test method of 400 MHz.

Other low pass RF filter configurations may be used if the AN characteristics are not applicable to special wanted signals of the EUT's inputs or outputs (e.g. high speed network data interfaces). For these cases, repeated tests have to be performed with identical RF filters. The filters shall be specified in the test plan.

6.2 Émissions conduites par les équipements/modules – Méthode en tension

6.2.1 Généralités

Les mesures de tension permettent de caractériser les émissions uniquement sur les fils d'alimentation. La méthode d'essai ne permet pas de caractériser les émissions rayonnées produites, par exemple, par différentes structures d'antenne réalisées sur les circuits imprimés des composants électroniques et de caractériser leur efficacité de blindage. Par conséquent, les mesures de tension ne permettent pas de caractériser la totalité des émissions produites par l'appareil en essai. Aux fréquences basses (par exemple dans la bande MA), les mesures de tension permettent habituellement d'avoir une dynamique plus importante que pour les mesures d'émissions rayonnées.

6.2.2 Disposition du plan de masse

6.2.2.1 Banc d'essai

6.2.2.1.1 Position de l'appareil en essai

L'appareil en essai doit être placé à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse du banc d'essai, sur un matériau non conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$).

Le boîtier de l'appareil en essai ne doit pas être relié au plan de masse, excepté si l'on veut simuler la configuration existant sur le véhicule.

La face avant de l'appareil en essai doit être située à une distance minimale de 200 mm du bord du plan de masse.

6.2.2.1.2 Position du faisceau d'essai

Les lignes d'alimentation situées entre les connecteurs du réseau fictif et les connecteurs de l'appareil en essai (l_p) doivent avoir une longueur standard de (200 ± 200) mm.

Le faisceau d'essai doit être placé de manière rectiligne, à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse du banc d'essai, sur un matériau non-conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$).

Si, pour certains appareils en essai (comportant plusieurs connecteurs, des connecteurs spéciaux, etc.), il n'est pas possible d'assurer cette longueur de lignes d'alimentation, la longueur minimale nécessaire doit être définie dans le plan d'essai. Cette longueur minimale doit satisfaire la condition $f_c \geq 108$ MHz, ou les mesures doivent être limitées à f_c .

L'équation suivante définit la valeur de f_c :

$$f_c \approx 30 / l_p \quad (1)$$

où

f_c représente la fréquence, en mégahertz;

l_p la longueur, en mètres.

(Cette équation est basée sur $l_p \leq \lambda_{\min} / 10$).

Afin de minimiser le couplage entre les lignes d'alimentation et les lignes d'entrée/sorties, l'espacement entre ces lignes doit être le plus important possible (≥ 200 mm ou perpendiculaire à partir des lignes d'alimentation reliant les réseaux fictifs à l'appareil en essai).

6.2 Conducted emissions from components/modules – Voltage method

6.2.1 General

Voltage measurements are able to characterize the emissions on single leads only. The test method is not usable to characterize the radiated emission transmitted e.g. by different antenna structures performed on the printed board of electronic components and to characterize the efficiency of shieldings. Therefore, voltage measurements are not able to characterize the complete emission of EUT's. At lower frequencies (e.g. in the AM-bands) voltage measurements usually ensure more dynamic range than radiated measurements.

6.2.2 Ground plane arrangement

6.2.2.1 Test set-up

6.2.2.1.1 Location of the EUT

The EUT shall be placed on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), at (50 ± 5) mm above the ground plane.

The case of the EUT shall not be grounded to the ground plane unless it is intended to simulate the actual vehicle configuration.

The face of the EUT shall be located at a minimum distance of 200 mm from the edge of the ground plane.

6.2.2.1.2 Location of the test harness

The power supply line(s) between the connector of the AN(s) and the connector(s) of the EUT (l_p) shall have a standard length of (200 ± 200) mm.

It shall be placed in a straight line on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), at (50 ± 5) mm above the ground plane.

If, for particular EUT (multi-connectors, special connectors, etc.), this standard length for the power supply line(s) cannot be met, the minimum necessary length to be used shall be defined in the test plan. This minimum length shall satisfy the requirement of $f_c \geq 108$ MHz, or the measurements shall be limited to f_c .

The following equation defines f_c :

$$f_c \approx 30/l_p \quad (1)$$

where

f_c is the frequency in MHz

l_p is the length in m

(This equation is based on $l_p \leq \lambda_{\min}/10$).

To minimize the coupling between power and input/output leads, the space between those lead types has to be maximized (≥ 200 mm from or perpendicular to the power supply lines connecting the AN(s) and the EUT).

La longueur totale du faisceau d'essai (à l'exclusion des lignes d'alimentation) ne doit pas excéder 2 m. Le type de câblage est défini en fonction de l'application réelle et son exigence.

Tous les fils et les câbles doivent être placés à une distance minimale de 100 mm du bord du plan de masse.

6.2.2.1.3 Position du simulateur de charges

De préférence, le simulateur de charges doit être placé directement sur le plan de masse. Si le simulateur de charges a un boîtier métallique, celui-ci doit être relié au plan de masse.

Comme alternative, le simulateur peut être placé à côté du plan de masse (avec le boîtier du simulateur relié au plan de masse) ou à l'extérieur de la chambre d'essais, à condition que le faisceau d'essai de l'appareil en essai passe par une frontière RF reliée au plan de masse.

Lorsque le simulateur de charges est placé sur le plan de masse, les lignes d'alimentation continues du simulateur doivent être connectées directement à l'alimentation, sans passer par un réseau fictif.

Le simulateur de charges qui comprend des capteurs et des actionneurs constitue la terminaison du faisceau artificiel relié à l'appareil en essai. Toutes les lignes utilisées doivent être connectées en accord avec les exigences de 4.1.6. De manière à assurer une reproductibilité suffisante, il faut utiliser la même terminaison à chaque mesure soit en utilisant un équipement spécial en terminaison (par exemple un réseau fictif, des filtres) – placés à la frontière RF – soit en utilisant le même simulateur de charges.

Toutes les lignes non utilisées peuvent être laissées en circuit ouvert si cela est spécifié dans le plan d'essai.

6.2.2.2 Procédure d'essais

La configuration générale de la source de perturbations (appareil en essai), du faisceau de raccordement, etc. représente une condition d'essai normalisée. Toute modification par rapport à la longueur du faisceau d'essai standard, etc. doit faire l'objet d'un accord avant l'essai et être indiquée dans le rapport d'essai.

L'appareil en essai doit fonctionner sur une charge type ou selon d'autres conditions correspondant à la situation sur le véhicule, afin de produire les niveaux d'émission maximaux. Il faut que ces conditions de fonctionnement soient clairement définies dans le plan d'essai afin de garantir que le fournisseur et le client réalisent des essais identiques.

- Appareil raccordé au châssis à distance (fil de retour de masse de longueur supérieure à 200 mm): les mesures de tension doivent être effectuées sur chaque câble (alimentation positive et négative), par rapport au plan de masse.
- Appareil raccordé au châssis localement (fil de retour de masse de longueur inférieure ou égale à 200 mm): les mesures de tension sur les câbles d'alimentation doivent être effectuées par rapport au plan de masse.
- Les générateurs/alternateurs doivent être chargés par une batterie en parallèle avec une résistance et reliés au réseau fictif de la manière illustrée à la figure 7. Le courant de charge, la vitesse de fonctionnement, la longueur du faisceau et les autres conditions doivent être définies dans le plan d'essai.

Les émissions conduites de mode commun des lignes d'alimentation sont mesurées successivement sur la ligne d'alimentation positive et sur la ligne d'alimentation négative en connectant l'instrument de mesure sur le port de mesure correspondant du réseau fictif, le port de mesure du réseau fictif inséré dans l'autre ligne d'alimentation étant fermé sur une charge de 50 Ω .

The total length of the test harness (excluding power lines) shall not exceed 2 m. The wiring type is defined by the actual system application and requirement.

All leads and cables shall be located at a minimum distance of 100 mm from the edge of the ground plane.

6.2.2.1.3 Location of the load simulator

Preferably, the load simulator shall be placed directly on the ground plane. If the load simulator has a metallic case, this case shall be bonded to the ground plane.

Alternatively, the load simulator may be located adjacent to the ground plane (with the case of the load simulator bonded to the ground plane) or outside of the test chamber, provided the test harness from the EUT passes through an RF boundary bonded to the ground plane.

When the load simulator is located on the ground plane, the DC power supply lines of the load simulator shall be connected directly to the power supply and not through the AN(s).

The load simulator which includes sensors and actuators, terminates the artificial harness connected to the EUT. All the used lines have to be terminated according to the requirements of 4.1.6. To ensure sufficient reproducibility the same termination must be used for each measurement either by using special termination equipment (e.g. artificial networks, filters) – located at the RF boundary – or by using the same load simulator.

All the unused lines, according to the test plan, can be left open-circuited.

6.2.2.2 Test procedure

The general arrangement of the disturbance source (EUT), connecting harnesses, etc. represents a standardised test condition. Any deviations from the standard test harness length etc. shall be agreed upon prior to testing and recorded in the test report.

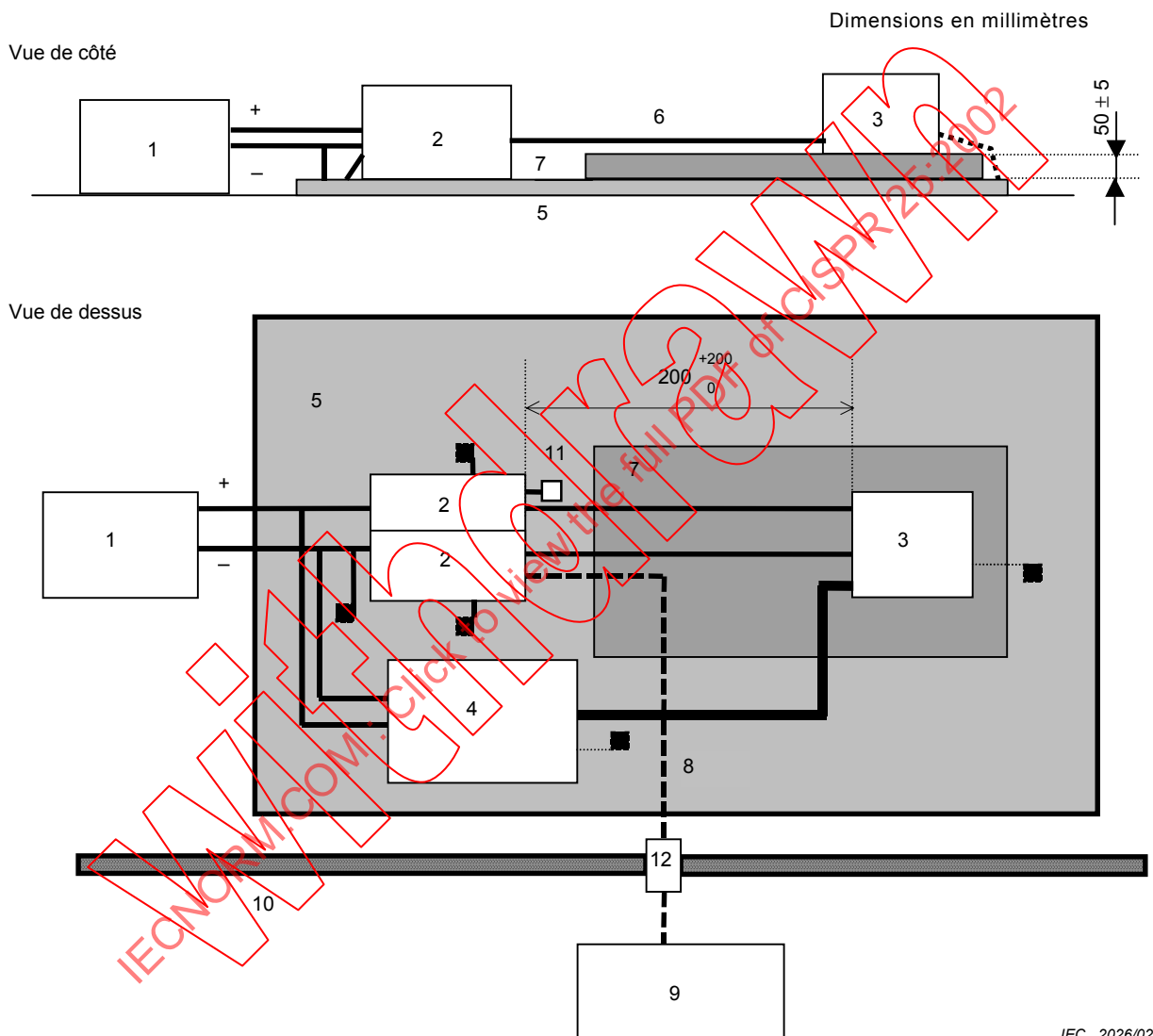
The EUT shall be made to operate under typical loading and other conditions as in the vehicle such that the maximum emission state occurs. These operating conditions must be clearly defined in the test plan to ensure supplier and customer are performing identical tests.

- For EUT remotely grounded (vehicle power return line longer than 200 mm), the voltage measurements shall be made on each lead (supply and return) relative to the ground plane.
- For EUT locally grounded (vehicle power return line 200 mm or shorter), voltage measurements on power supply leads shall be made relative to the ground plane.
- Generators/alternators shall be loaded with a battery and parallel resistor combination, and connected to the artificial network in the manner shown in figure 7. The load current, operating speed, harness length and other conditions shall be defined in the test plan.

The common mode conducted emissions on power lines are measured successively on positive power supply and power return by connecting the measuring instrument on the measuring port of the related AN, the measuring port of the AN inserted in the other supply line being terminated with a 50 Ω load.

Pour les appareils en essai comprenant de multiples connexions d'alimentation positive et/ou de multiples connexions d'alimentation négative, les mesures (effectuées sur les lignes d'alimentation positive ou négative) peuvent être réalisées avec l'ensemble des connexions d'alimentation positive réunies entre elles au niveau de la borne de connexion côté réseau fictif et l'ensemble des connexions d'alimentation négative réunies entre elles, à l'autre borne du réseau fictif. La configuration d'essais doit être définie dans le plan d'essai.

Pour les mesures de tension, la disposition de l'appareil en essai et de l'équipement de mesure doit être telle qu'illustré aux figures 5, 6 et 7 en fonction de l'installation de l'appareil en essai existant sur le véhicule.



Légende

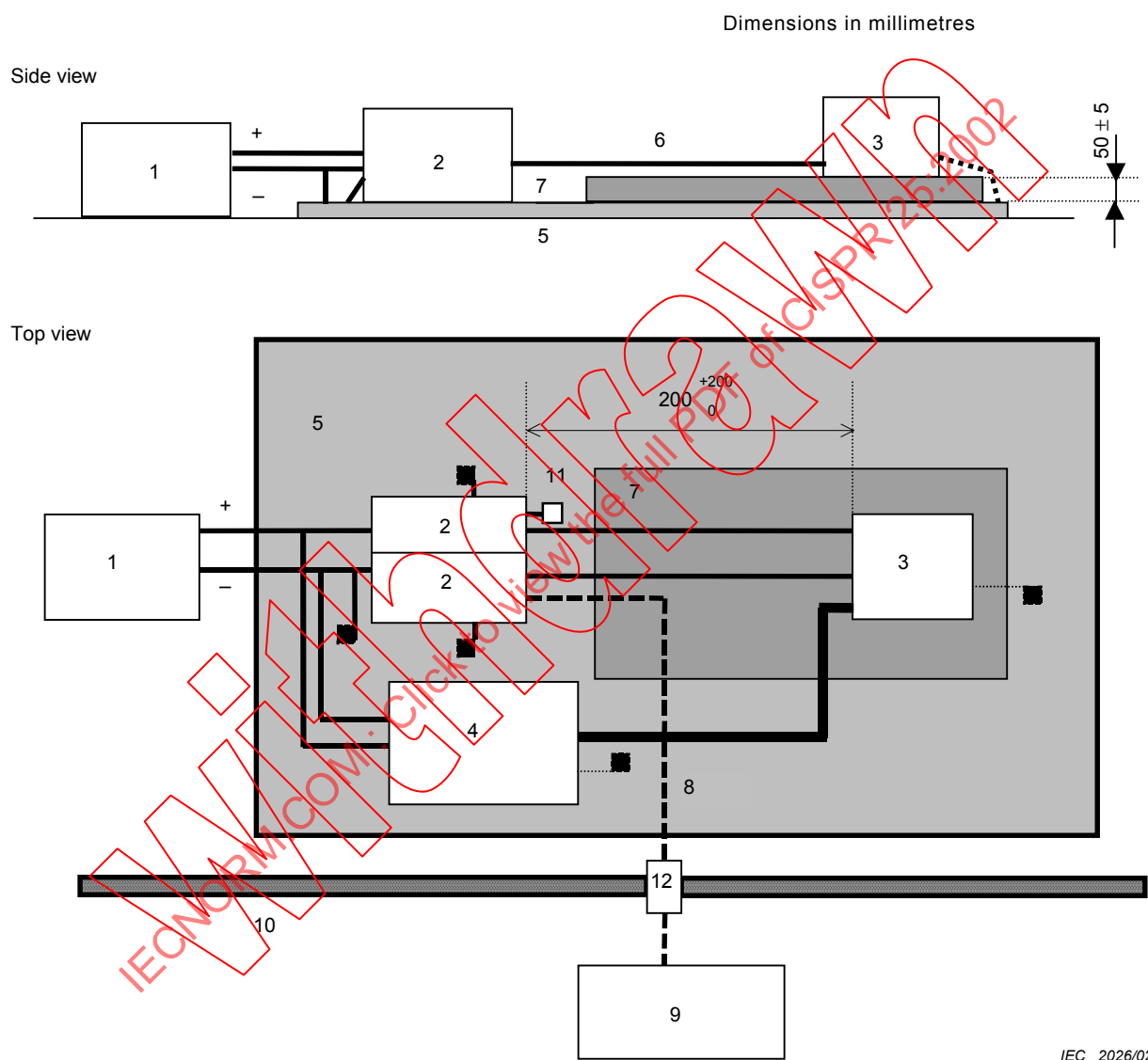
- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Alimentation | 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) |
| 2 | Réseau fictif | 8 | Câble coaxial (50Ω) à double blindage ou à blindage massif |
| 3 | Appareil en essai (boîtier mis à la masse si demandé dans le plan d'essai) | 9 | Instrument de mesure |
| 4 | Simulateur de charges (ligne de retour mise à la masse si demandé dans le plan d'essai) | 10 | Cage de Faraday |
| 5 | Plan de masse | 11 | Charge 50Ω |
| 6 | Lignes d'alimentation | 12 | Connecteur blindé |

NOTE Il ne faut pas que le conducteur de mise à la masse du châssis de l'appareil en essai ait une longueur supérieure à 150 mm, lorsque cela est requis dans le plan d'essai.

Figure 5 – Émissions conduites – Appareil en essai avec ligne de retour d'alimentation raccordé au châssis à distance

For EUT with multiple positive power supply connections and/or multiple power return connections, the measurements (on power supply and on power return) may be performed with all power supply connections tied together at the AN side and all power return connections tied together at the other AN side. The configuration shall be defined in the test plan.

For voltage measurements, the arrangement of the EUT and measuring equipment shall be as shown in figures 5, 6 and 7 depending on the intended EUT installation in the vehicle.



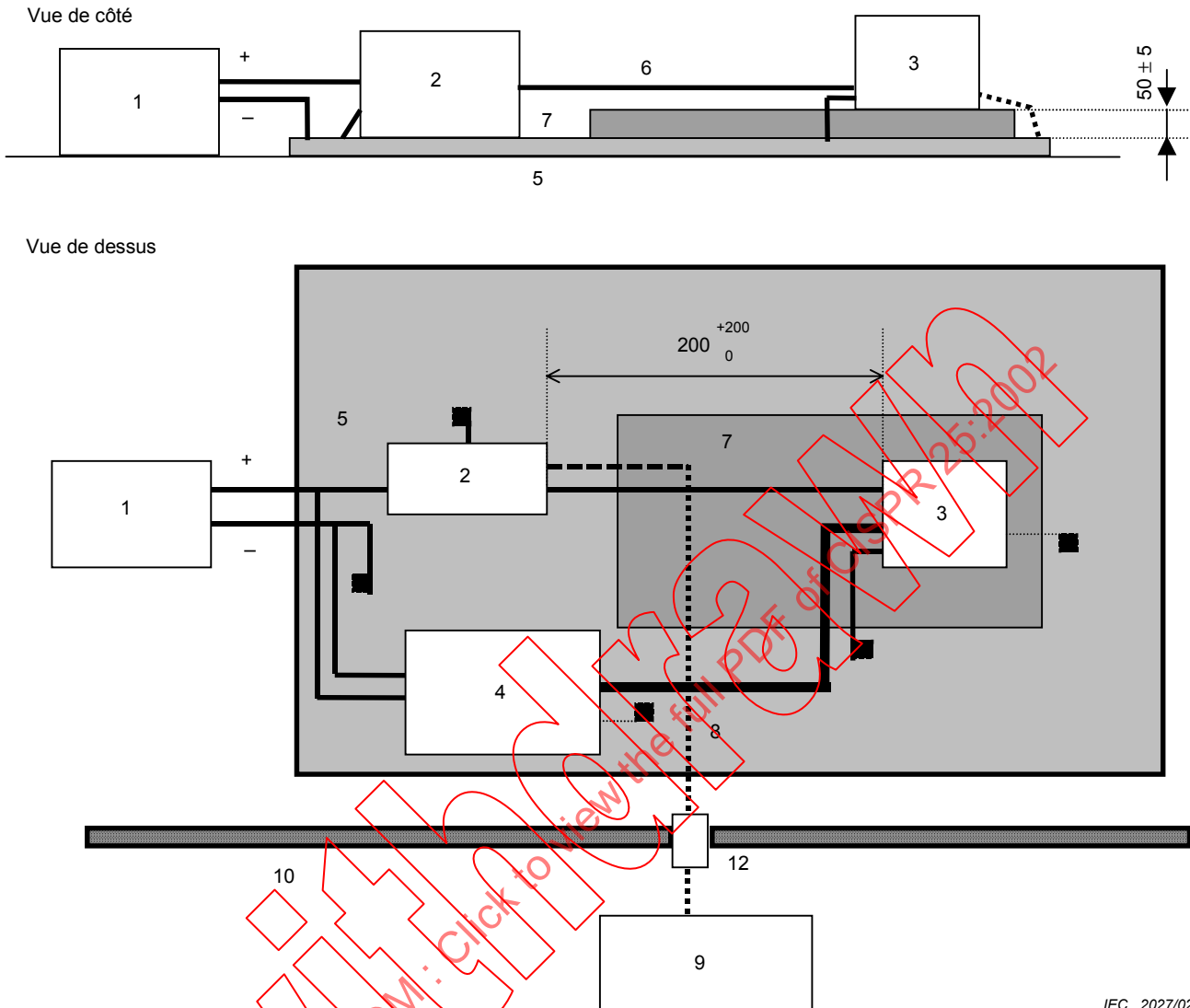
Key

- | | |
|--|--|
| 1 Power supply | 7 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$) |
| 2 Artificial network | 8 Double shielded or solid shielded coaxial cable (50 Ω) |
| 3 EUT (housing grounded if required in test plan) | 9 Measuring instrument |
| 4 Load simulator (return line grounded if required in test plan) | 10 Shielded enclosure |
| 5 Ground plane | 11 50 Ω load |
| 6 Power supply lines | 12 Bulkhead connector |

Note The EUT housing ground lead, when required in the test plan, shall not be longer than 150 mm.

Figure 5 – Conducted emissions – EUT with power return line remotely grounded

Dimensions en millimètres



IEC 2027/02

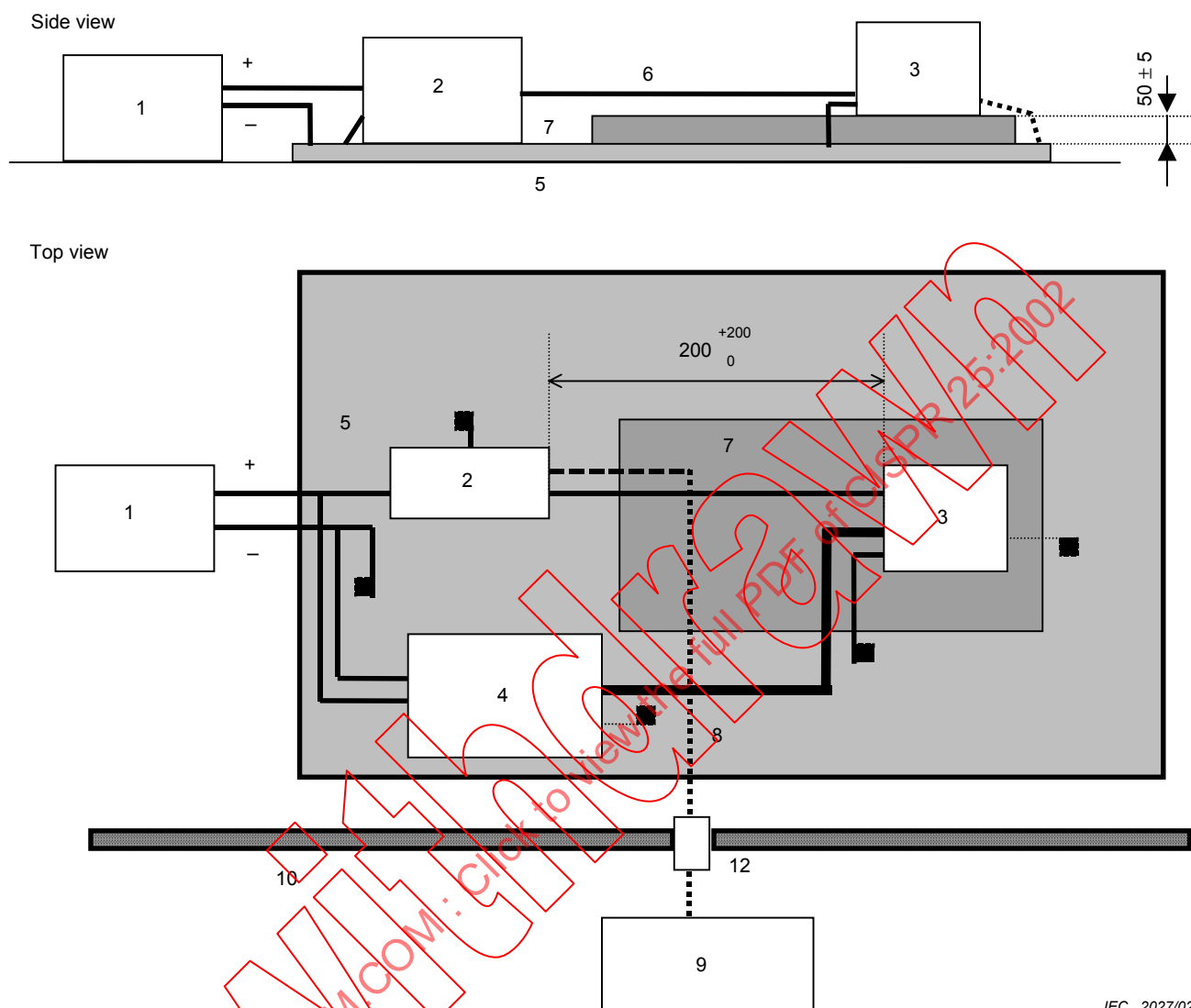
Légende

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Alimentation | 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) |
| 2 | Réseau fictif | 8 | Câble coaxial (50 Ω) à double blindage ou à blindage massif |
| 3 | Appareil en essai (boîtier mis à la masse si demandé dans le plan d'essai) | 9 | Instrument de mesure |
| 4 | Simulateur de charges (ligne de retour mise à la masse si demandé dans le plan d'essai) | 10 | Cage de Faraday |
| 5 | Plan de masse | 12 | Connecteur blindé |
| 6 | Lignes d'alimentation | | |

NOTE Il ne faut pas que le conducteur de mise à la masse du châssis de l'appareil en essai ait une longueur supérieure à 150 mm, lorsque cela est requis dans le plan d'essai.

Figure 6 – Émissions conduites – Appareil en essai avec ligne de retour d'alimentation raccordé au châssis localement

Dimensions in millimetres

**Key**

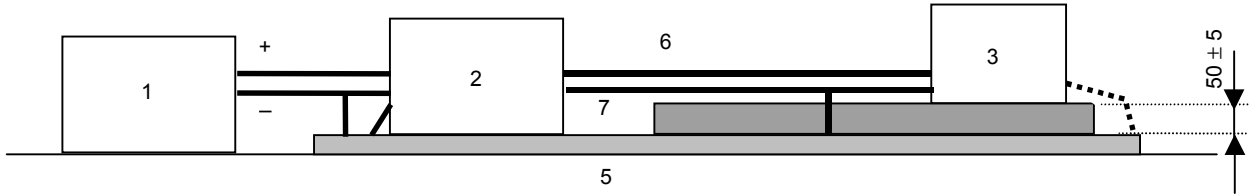
- | | |
|--|--|
| 1 Power supply | 7 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$) |
| 2 Artificial network | 8 Double shielded or solid shielded coaxial cable (50 Ω) |
| 3 EUT (housing grounded if required in test plan) | 9 Measuring instrument |
| 4 Load simulator (return line grounded if required in test plan) | 10 Shielded enclosure |
| 5 Ground plane | 12 Bulkhead connector |
| 6 Power supply lines | |

NOTE The EUT housing ground lead, when required in the test plan, shall not be longer than 150 mm.

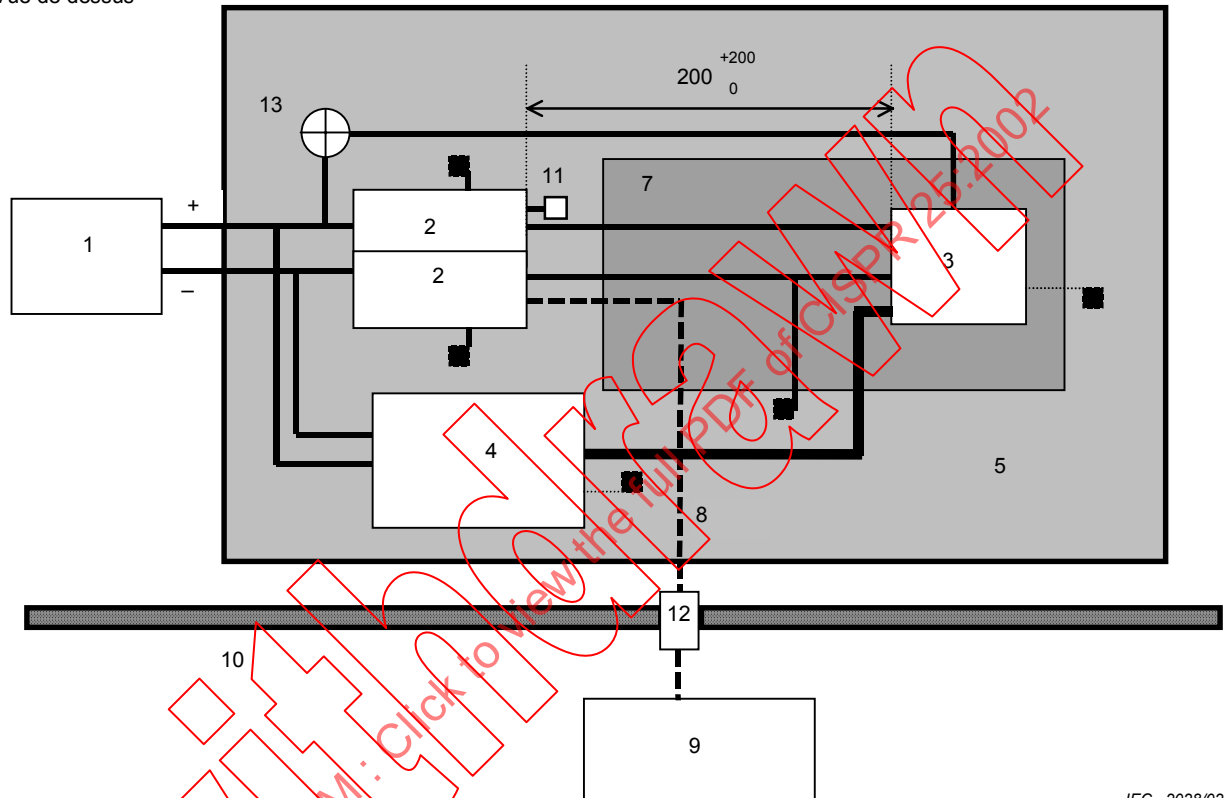
Figure 6 – Conducted emissions – EUT with power return line locally grounded

Dimensions en millimètres

Vue de côté



Vue de dessus



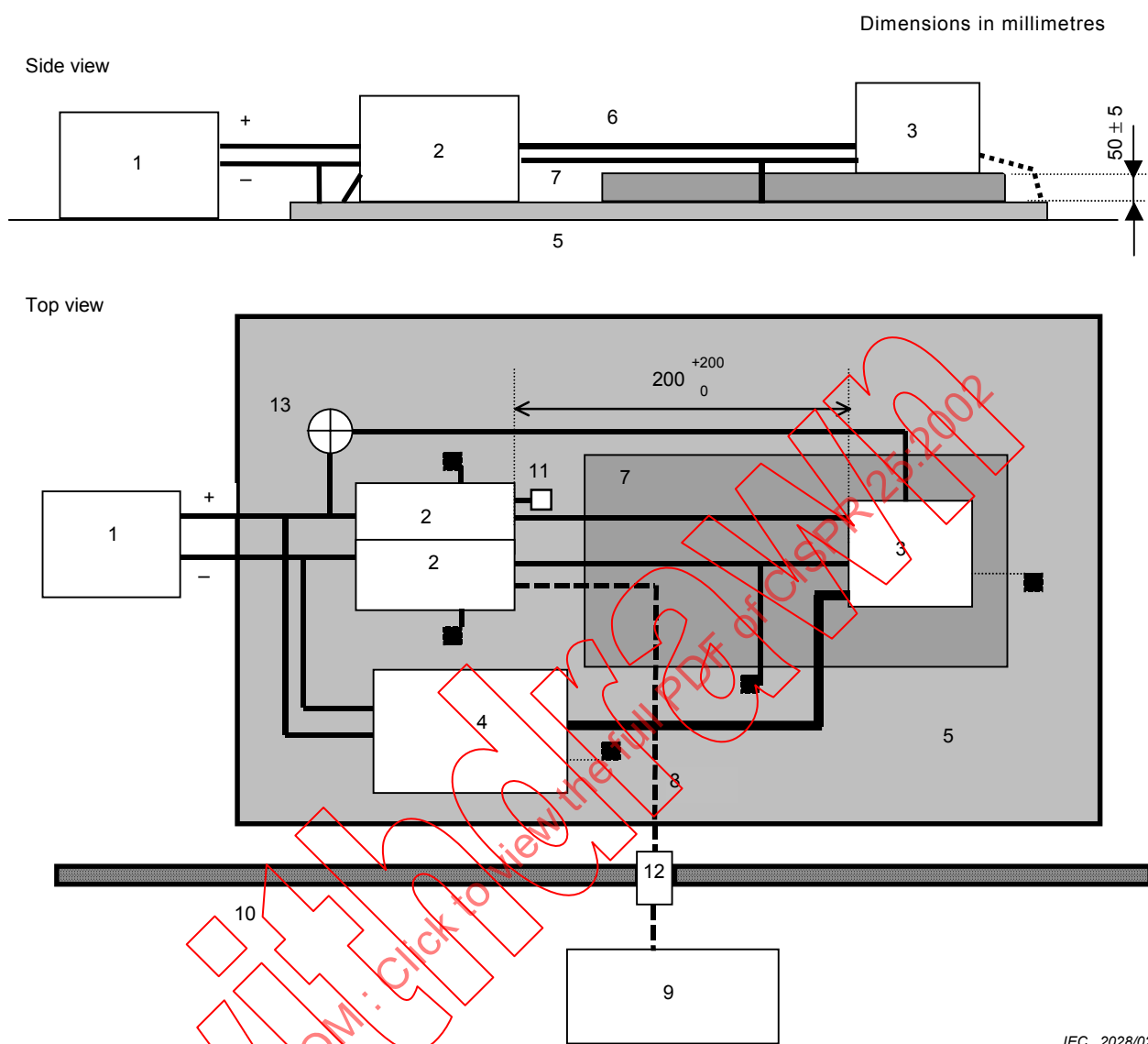
IEC 2028/02

Légende

- | | | | |
|---|--|----|---|
| 1 | Batterie et résistance | 8 | Câble coaxial (50 Ω) à double blindage ou à blindage massif |
| 2 | Réseau fictif | 9 | Instrument de mesure |
| 3 | Appareil en essai | 10 | Cage de Faraday |
| 4 | Simulateur de charges | 11 | Charge 50 Ω |
| 5 | Plan de masse | 12 | Connecteur blindé |
| 6 | Lignes d'alimentation | 13 | Lampe d'essai/résistance de contrôle (si applicable) |
| 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) – généralement non installé | | |

NOTE Il ne faut pas que le conducteur de mise à la masse du châssis de l'appareil en essai ait une longueur supérieure à 150 mm, lorsque cela est requis dans le plan d'essai.

Figure 7 – Émissions conduites – Montage d'essai pour alternateurs et générateurs

**Key**

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Battery and resistor | 8 | Double shielded or solid shielded coaxial cable (50Ω) |
| 2 | Artificial network | 9 | Measuring instrument |
| 3 | EUT | 10 | Shielded enclosure |
| 4 | Load simulator | 11 | 50 Ω load |
| 5 | Ground plane | 12 | Bulkhead connector |
| 6 | Power supply lines | 13 | Test lamp/control resistor (if applicable) |
| 7 | Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$) – typically not installed | | |

NOTE The EUT housing ground lead, when required in the test plan, shall not be longer than 150 mm.

Figure 7 – Conducted emissions – Test lay-out for alternators and generators

6.2.3 Configuration en cellule TEM

6.2.3.1 Banc d'essai

La configuration de la cellule TEM est donnée à la figure 8. Elle est identique à celle utilisée pour les mesures d'émissions rayonnées décrites en 6.5.

Les ports de mesures des réseaux artificiels non connectés à l'instrument de mesure doivent être fermés sur une charge 50 Ω . Le septum de la cellule TEM doit être connecté sur une impédance de 50 Ω à chaque extrémité.

6.2.3.1.1 Câbles de connexion à l'appareil en essai

L'alimentation et l'interface de simulation (simulateur de charges), qui comprend des capteurs et des actionneurs, constituent la terminaison du faisceau artificiel relié à l'appareil en essai selon 4.1.6. De manière à assurer une reproductibilité suffisante, il faut que la même terminaison soit utilisée à chaque mesure soit en utilisant un équipement spécial en terminaison (par exemple un réseau fictif, des filtres) – placé sur le panneau de connecteurs de la cellule TEM – ou bien soit en utilisant le même périphérique d'interface de l'appareil en essai. La terminaison doit être le réseau fictif décrit à l'annexe D si aucune autre configuration n'est décrite dans le plan d'essai.

6.2.3.1.2 Position de l'appareil en essai

La position de l'appareil en essai est identique à celle spécifiée en 6.5.

Dans le but d'assurer une reproductibilité des résultats de mesures, l'appareil en essai et le faisceau d'essai doivent être placés dans la cellule TEM dans la même position lorsque la mesure est répétée.

6.2.3.1.3 Position du faisceau d'essai

Le positionnement du faisceau d'essai est identique à celui décrit en 6.5.

La ou les lignes d'alimentation situées entre le ou les connecteurs des réseaux artificiels et le ou les connecteurs de l'appareil en essai doivent avoir une longueur standard de $(200 \pm 200)_0$ mm.

Si, pour certains appareils en essai (comportant plusieurs connecteurs ou des connecteurs spéciaux etc.), il n'est pas possible d'assurer cette longueur de lignes d'alimentation, la longueur minimale nécessaire doit être définie dans le plan d'essai. Cette longueur minimale doit satisfaire la condition $f_c \geq 108$ MHz, ou les mesures doivent être limitées à f_c .

Pour la définition de f_c , se référer à 6.2.2.1.2.

6.2.3.1.4 Simulateur de charges/interface de simulation

Afin d'assurer un fonctionnement correct de l'appareil en essai conformément à 4.1.6, un périphérique d'interface (simulateur de charges/interface de simulation) simulant l'installation dans le véhicule doit être utilisé.

Le périphérique d'interface peut être situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la cellule TEM. S'il est placé dans la cellule TEM, les niveaux de perturbations produits par le périphérique d'interface doivent être d'au moins 6 dB en dessous de la limite d'essais spécifiée dans le plan d'essai.

Si le simulateur possède un boîtier métallique, celui-ci doit être relié à la masse de la cellule TEM.

6.2.3 TEM cell arrangement

6.2.3.1 Test set-up

The TEM cell arrangement is shown in figure 8. It is identical to the one used for radiated emission measurements which is described in 6.5.

The measuring port of the AN(s) not connected to the measuring instrument shall be terminated with a $50\ \Omega$ load. The septum of the TEM cell has to be terminated with $50\ \Omega$ impedance on both sides.

6.2.3.1.1 EUT lead connection

The power supply and the simulation interface (load simulator), which includes sensors and actuators, terminates the artificial harness connected to the EUT according to 4.1.6. To ensure sufficient reproducibility the same termination must be used for each measurement either by using special termination equipment (e.g. artificial networks, filters) – located at the TEM cell's connector panel – or by using the same peripheral EUT interface. The termination shall be the artificial network described in annex D if no other configuration is described in the test plan.

6.2.3.1.2 Location of the EUT

The location of the EUT is identical to that specified in 6.5.

In order to achieve reproducible test results the EUT and the test harness shall be placed in the TEM cell in the same position for each repeated measurement.

6.2.3.1.3 Location of the test harness

The location of the test harness is identical to that specified in 6.5.

The power supply line(s) between the connector of the AN(s) and the connector(s) of the EUT shall have a standard length of (200 ± 200) mm.

If, for particular EUT (multi-connectors, special connectors, etc.), this standard length for the power supply line(s) cannot be met, the minimum necessary length to be used shall be defined in the test plan. This minimum length shall satisfy the requirement of $f_c \geq 108\text{ MHz}$, or the measurements shall be limited to f_c .

For the definition of f_c see 6.2.2.1.2.

6.2.3.1.4 Load simulator/simulation interface

To ensure correct operation of EUT according to 4.1.6, a peripheral interface unit (load simulator/simulation interface) shall be used which simulates the vehicle installation.

The peripheral interface unit may be located internal or external to the TEM cell. If located inside the TEM cell, the disturbances levels generated by the peripheral interface unit shall be at least 6 dB below the test limits specified in the test plan.

If the load simulator has a metallic case, this case shall be bonded to TEM cell ground.

6.2.3.2 Procédure d'essais

La position générale de la source de perturbation et des faisceaux de connexions, etc. correspondent à une condition d'essais normalisée. Tous les écarts par rapport à la longueur du faisceau d'essai normalisée etc. doivent faire l'objet d'un accord préalable avant les essais et doivent être mentionnés dans le rapport d'essais.

L'appareil en essai doit fonctionner sur une charge type ou selon d'autres conditions correspondant à la situation sur le véhicule, afin de produire les niveaux d'émission maximaux. Il faut que ces conditions de fonctionnement soient clairement définies dans le plan d'essai afin d'assurer que le fournisseur et les clients réalisent des essais identiques.

- Appareil raccordé au châssis à distance (fil de retour de masse de longueur supérieure à 200 mm): les mesures de tension doivent être effectuées sur chaque câble (alimentation positive et négative), par rapport au blindage de la cellule TEM.
- Appareil raccordé au châssis localement (fil de retour de masse de longueur inférieure ou égale à 200 mm): les mesures de tension sur tous les câbles d'alimentation doivent être effectuées par rapport au blindage de la cellule TEM.

Les émissions conduites de mode commun des lignes d'alimentation peuvent être mesurées successivement sur la ligne d'alimentation positive et sur la ligne d'alimentation négative en connectant l'instrument de mesure sur le port de mesure correspondant du réseau fictif, le port de mesure du réseau fictif inséré dans l'autre ligne d'alimentation étant fermé sur une charge de 50 Ω . La configuration doit être définie dans le plan d'essai.

Pour les appareils en essai comprenant de multiples connexions d'alimentation positive et/ou de multiples connexions d'alimentation négative, les mesures (effectuées sur les lignes d'alimentation positive ou négative) sont réalisées avec l'ensemble des connexions d'alimentation positive réunies entre elles au niveau de borne de connexion côté réseau fictif et l'ensemble des connexions d'alimentation négative réunies entre elles. Ces connexions doivent être effectuées à l'intérieur de la cellule TEM au niveau du faisceau artificiel situé près du panneau de connexion.

Toutes les lignes non utilisées doivent être laissées en circuit ouvert, selon le plan d'essai.

Pour les mesures de tension, la disposition de l'appareil en essai et de l'équipement de mesure doit être telle qu'elle est définie à la figure 8.

6.2.3.2 Test procedure

The general arrangement of the disturbance source and connecting harnesses etc. represents a standardized test condition. Any deviations from the standard test harness length etc. shall be agreed upon prior to testing and recorded in the test report.

The EUT shall be made to operate under typical loading and other conditions as in the vehicle such that the maximum emission state occurs. These operating conditions must be clearly defined in the test plan to ensure supplier and customer are performing identical tests.

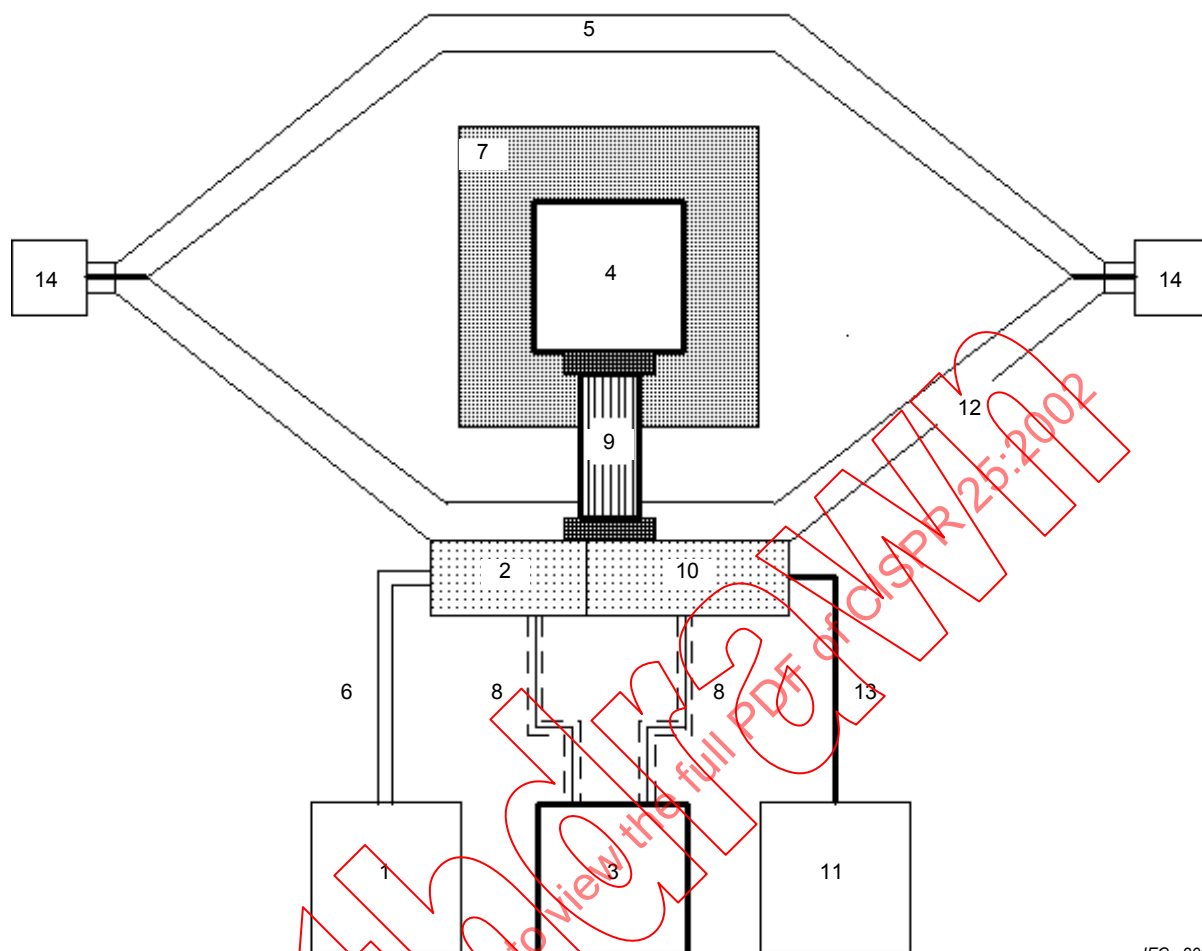
- For EUT remotely grounded (vehicle power return line longer than 200 mm), the voltage measurements shall be made on each lead (supply and return) relative to the TEM cell's shielding.
- For EUT locally grounded (vehicle power return line 200 mm or shorter), voltage measurements on all power leads shall be made relative to the TEM cell's shielding.

The common mode conducted emissions on power lines may be measured successively on positive power supply and power return by connecting the measuring instrument on the measuring port of the related AN, the measuring port of the AN inserted in the other supply line being terminated with a 50 Ω load. The configuration shall be defined in the test plan.

For EUT with multiple positive power supply connections and/or multiple power return connections, the measurements (on power supply and on power return) are performed with all power supply connections tied together and all power return connections tied together. These connections have to be performed inside the TEM cell at the artificial harness close to the connector panel.

All the unused lines, according to the test plan, can be open-circuited.

For voltage measurements, the arrangement of the EUT and measuring equipment shall be as shown in figure 8.

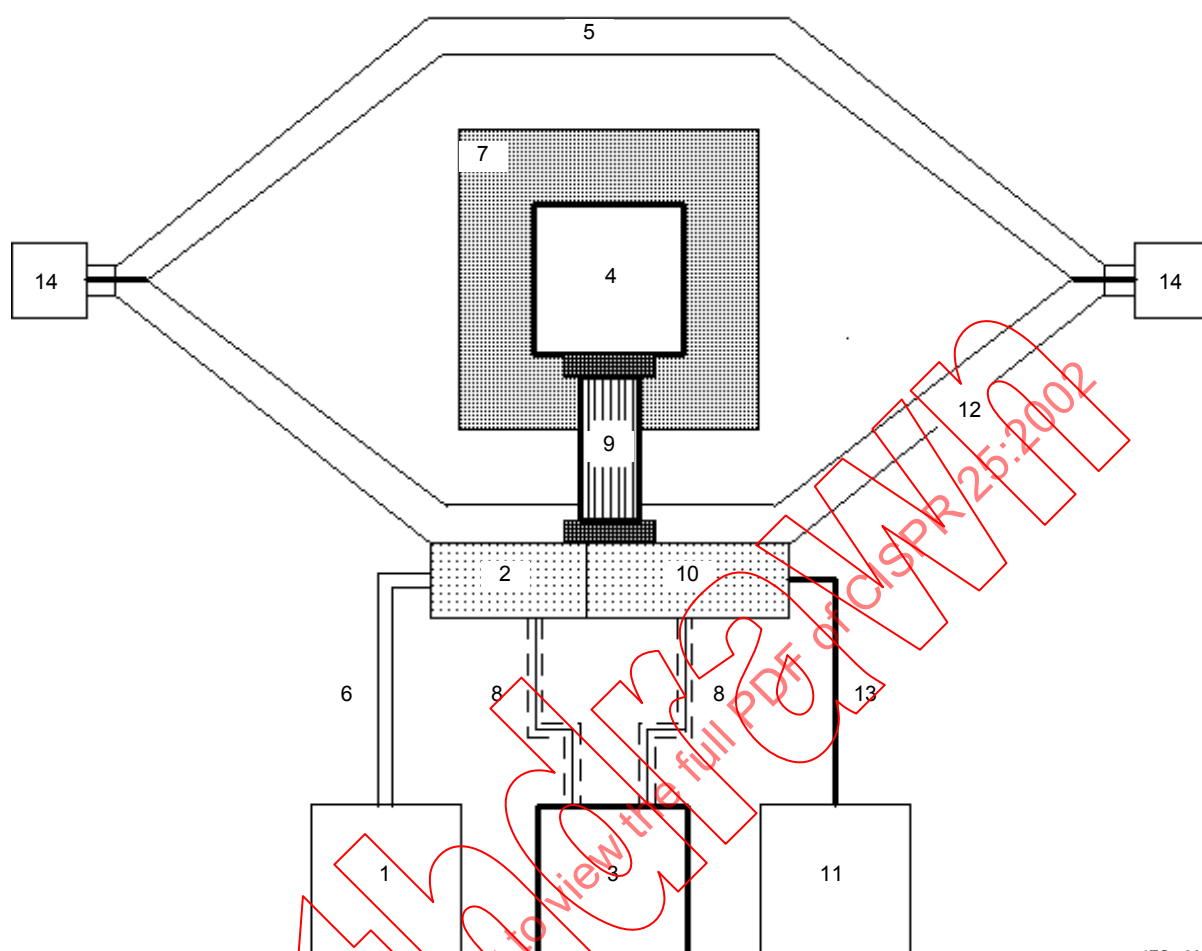


IEC 2029/02

Légende

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | Alimentation | 9 | Faisceau fictif d'essai (par exemple carte rallonge) |
| 2 | Réseau fictif | 10 | Terminaison, configurée comme un réseau fictif |
| 3 | Instrument de mesure | 11 | Interface de l'appareil en essai, matériel pour la simulation du mode de fonctionnement |
| 4 | Appareil en essai | 12 | Cellule TEM (coté) |
| 5 | Cellule TEM (plan de masse) | 13 | Faisceau de l'interface de l'appareil en essai |
| 6 | Lignes d'alimentation | 14 | Résistance de terminaison 50 Ω |
| 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$), si demandé dans le plan d'essai | | |
| 8 | Câbles coaxiaux (50 Ω) | | |

Figure 8 – Émissions conduites – Disposition pour la cellule TEM



IEC 2029/02

Key

- | | |
|---|--|
| 1 Power supply | 8 Coaxial cables (50 Ω) |
| 2 Artificial network | 9 Artificial test harness (e.g. lead card) |
| 3 Measuring instrument | 10 Termination, configured like artificial network |
| 4 EUT | 11 EUT interface, equipment for simulation of operating mode |
| 5 TEM cell (ground plate) | 12 TEM cell (side wall) |
| 6 Power leads | 13 Harness to EUT interface |
| 7 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$), when required in test plan | 14 50 Ω terminating resistor |

Figure 8 – Conducted emissions – TEM cell arrangement

6.2.4 Limites pour les perturbations conduites des composants et modules – Méthode en tension

Pour une réception radio acceptable sur véhicule, le bruit conduit ne doit pas excéder les valeurs données dans les tableaux 6 et 7, correspondant respectivement aux limites bande large et bande étroite. Se référer à la note de bas de page 1 du domaine d'application concernant les limites. Lorsque l'on utilise les limites fournies, aucun facteur de correction ne doit être appliqué pour les réseaux fictifs.

**Tableau 6 – Limites des perturbations large bande conduites
(détecteur crête ou quasi-crête)**

Classe	Niveaux dB(μV)									
	0,15 MHz à 0,3 MHz		0,53 MHz à 2,0 MHz		5,9 MHz à 6,2 MHz		30 MHz à 54 MHz		68 MHz à 108 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	113	100	95	82	77	64	77	64	61	48
2	103	90	87	74	71	58	71	58	55	42
3	93	80	79	66	65	52	65	52	49	36
4	83	70	71	58	59	46	59	46	43	30
5	73	60	63	50	53	40	53	40	37	24
^a P: Crête ^b QP: Quasi-crête										
NOTE Toutes les valeurs indiquées dans ce tableau sont valables pour les bandes passantes de mesure spécifiées dans le tableau 3.										

Tableau 7 – Limites pour les perturbations bande étroite (détecteur crête)

Classe	Niveaux dB(μV)					
	0,15 MHz à 0,3 MHz	0,53 MHz à 2,0 MHz	5,9 MHz à 6,2 MHz	30 MHz à 54 MHz	68 MHz à 87 MHz Communi- cations	76 MHz à 108 MHz Radiodiffusion
1	90	66	57	52	42	48
2	80	58	51	46	36	42
3	70	50	45	40	30	36
4	60	42	39	34	24	30
5	50	34	33	28	18	24

6.2.4 Limits for conducted disturbances from components/modules – Voltage method

For acceptable radio reception in a vehicle, the conducted noise shall not exceed the values shown in tables 6 and 7, broadband and narrowband limits, respectively. Refer to footnote 1, Scope, for statement on limits. When using the limits provided, no correction factors for the AN shall be used.

**Table 6 – Limits for broadband conducted disturbances
(peak or quasi-peak detector)**

Class	Levels in dB(μV)									
	0,15 MHz to 0,3 MHz		0,53 MHz to 2,0 MHz		5,9 MHz to 6,2 MHz		30 MHz to 54 MHz		68 MHz to 108 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	113	100	95	82	77	64	77	64	61	48
2	103	90	87	74	71	58	71	58	55	42
3	93	80	79	66	65	52	65	52	49	36
4	83	70	71	58	59	46	59	46	43	30
5	73	60	63	50	53	40	53	40	37	24
^a Peak										
^b Quasi-peak										
NOTE All values listed in this table are valid for the bandwidths in table 3.										

**Table 7 – Limits for narrowband conducted disturbances
(peak detector)**

Class	Levels dB(μV)					
	0,15 MHz to 0,3 MHz	0,53 MHz to 2,0 MHz	5,9 MHz to 6,2 MHz	30 MHz to 54 MHz	68 MHz to 87 MHz Mobile services	76 MHz to 108 MHz Broadcast
1	90	66	57	52	42	48
2	80	58	51	46	36	42
3	70	50	45	40	30	36
4	60	42	39	34	24	30
5	50	34	33	28	18	24

6.3 Émissions conduites par les équipements/modules – Méthode de la pince de courant

6.3.1 Généralités

Les mesures faites à l'aide d'une pince de courant doivent être effectuées sur les fils de contrôle/signaux, soit en considérant un seul câble, soit en sous-groupes de câbles, suivant le diamètre de la pince de courant. Pour plus d'informations, se référer à la CISPR 16-1.

6.3.2 Banc d'essai

6.3.2.1 Position de l'appareil en essai

L'appareil en essai doit être placé à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse, sur un matériau non conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$).

Le boîtier de l'appareil en essai ne doit pas être relié au plan de masse, excepté si l'on veut simuler la configuration existant sur le véhicule.

La face avant de l'appareil en essai doit être située à une distance minimale de 200 mm du bord du plan de masse.

Le raccordement au châssis réalisé à distance ou localement, l'utilisation d'un support isolant et le raccordement électrique du boîtier de l'EST au plan de masse doivent simuler la configuration réelle sur véhicule et être spécifiés dans le plan d'essai.

Les équipements de mesure doivent être installés comme indiqué sur la figure 9.

6.3.2.2 Position du faisceau d'essai

Le faisceau d'essai doit avoir une longueur de $(1\,500 \pm 75)$ mm (ou telle que définie dans le plan d'essai) et doit être placé à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse du banc d'essai, sur un matériau non conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$). Les fils du faisceau d'essai doivent normalement être parallèles et adjacents, à moins que des spécifications différentes soient indiquées dans le plan d'essai.

6.3.3 Procédure d'essais

La pince de courant doit être positionnée à (50 ± 10) mm du connecteur de l'appareil en essai afin de mesurer les émissions. Afin de garantir que le niveau maximal est mesuré aux fréquences supérieures à 30 MHz, positionner la pince de courant aux distances supplémentaires suivantes:

- a) (500 ± 10) mm du connecteur de l'appareil en essai;
- b) $(1\,000 \pm 10)$ mm du connecteur de l'appareil en essai;
- c) (50 ± 10) mm de la borne du réseau fictif.

Dans la plupart des cas, la position correspondant à l'émission maximale sera la position la plus proche possible du connecteur de l'appareil en essai. Lorsque l'appareil en essai est équipé d'un connecteur à capot métallique, la pince doit être fermée sur le câble, à une position immédiatement adjacente au capot du connecteur, mais non autour du capot lui-même. L'appareil en essai et tous les éléments du montage d'essai doivent être à une distance minimale de 100 mm des extrémités du plan de masse.

6.3 Conducted emissions from components/modules – Current probe method

6.3.1 General

Current probe measurements shall be made on the control/signal leads as a single cable or in sub-groups as is compatible with the physical size of the current probe. For details see CISPR 16-1.

6.3.2 Test set-up

6.3.2.1 Location of the EUT

The EUT shall be placed on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), at (50 ± 5) mm above the ground plane.

The case of the EUT shall not be grounded to the ground plane unless it is intended to simulate the actual vehicle configuration.

The face of the EUT shall be located at a minimum distance of 200 mm from the edge of the ground plane.

The test plan shall simulate the actual vehicle configuration and shall specify: remote versus local grounding, the use of an insulating spacer, and the electrical connection of the EUT case to the ground plane.

The measuring equipment shall be as shown in figure 9.

6.3.2.2 Location of the test harness

The test harness shall be $(1\,500 \pm 75)$ mm long (or as agreed upon in the test plan), and shall be placed on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), positioned (50 ± 5) mm above the ground plane. The test harness wires shall be nominally parallel and adjacent unless otherwise defined in the test plan.

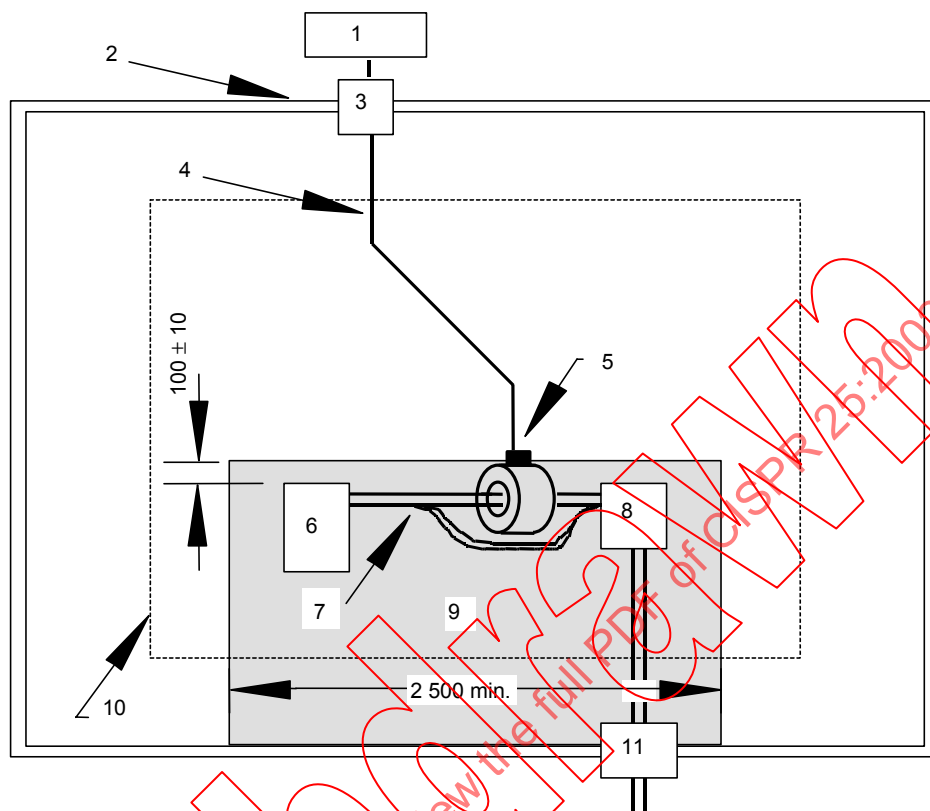
6.3.3 Test procedure

Position the current probe (50 ± 10) mm from the EUT connector and measure the emissions. To assure that the maximum level is measured at frequencies above 30 MHz, position the current probe in the following additional positions:

- a) (500 ± 10) mm from the EUT connector;
- b) $(1\,000 \pm 10)$ mm from the EUT connector;
- c) (50 ± 10) mm from the AN terminal.

In most cases, the position of maximum emission will be as close to the EUT connector as possible. Where the EUT is equipped with a metal shell connector, the probe shall be clamped to the cable immediately adjacent to the connector shell, but not around the connector shell itself. The EUT and all parts of the test set-up shall be a minimum of 100 mm from the edge of the ground plane.

Dimensions en millimètres



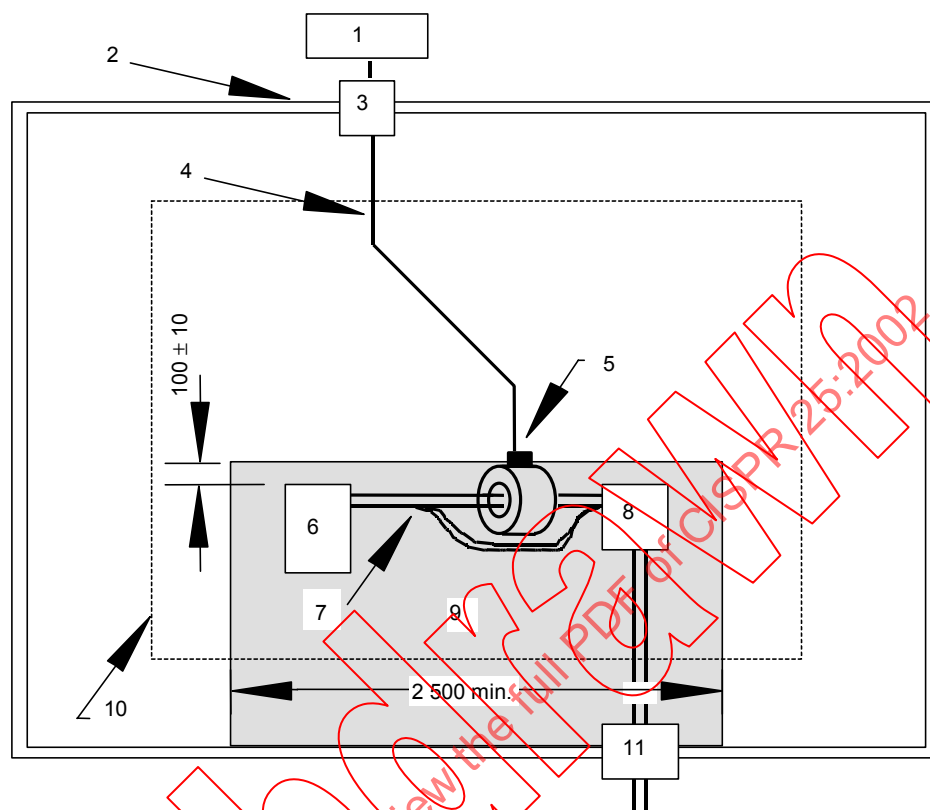
IEC 2030/02

Légende

- 1 Instrument de mesure (éventuellement à l'intérieur de la cage de Faraday si le niveau ambiant le permet)
- 2 Cage de Faraday
- 3 Connecteur blindé
- 4 Câble coaxial (50 Ω) à double blindage ou à blindage massif
- 5 Pince de courant pour essai sur fils de contrôle/signaux
- 6 Appareil en essai
- 7 Faisceau d'essai, longueur de (1 500 $\pm$ 75) mm ou, selon spécification, jusqu'à une longueur de 2 000 mm, à une hauteur de (50 $\pm$ 5) mm du plan de masse sur un support de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 8 Réseau fictif
- 9 Banc d'essai (longueur de 2 500 mm, hauteur de 900 mm)
- 10 Absorbants RF typiques (optionnel)
- 11 Filtrage de l'alimentation

Figure 9 – Émissions conduites – Exemple de schéma d'essai pour les mesures avec pince de courant

Dimensions in millimetres



IEC 2030/02

Key

- 1 Measuring instrument (allowed in shielded enclosure if ambient requirement is met)
- 2 Shielded enclosure
- 3 Bulkhead connector
- 4 Double shielded or solid shielded coaxial cable (50 Ω)
- 5 Current probe for signal/control line test
- 6 EUT
- 7 Test harness (1 500 $\pm$ 75) mm long or as specified up to 2 000 mm long, (50 $\pm$ 5) mm above ground plane on low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 8 Artificial network
- 9 Test bench – 2 500 mm long by 900 mm high
- 10 Typical RF absorber (optional)
- 11 Filter to power supply

Figure 9 – Conducted emissions – Example of test layout for current probe measurements

6.3.4 Limites pour les perturbations conduites des équipements/modules – Méthode de la pince de courant

Pour obtenir une réception radio acceptable dans le véhicule, les niveaux de perturbations conduites ne doivent pas dépasser les valeurs limites large bande et bande étroite indiquées respectivement dans les tableaux 8 et 9. Voir la note de bas de page 1 du domaine d'application concernant les limites.

**Tableau 8 – Limites des perturbations large bande conduites
sur les lignes de signaux et de contrôles (détecteur crête ou quasi-crête)**

Classe	Niveaux dB(μA)									
	0,15 MHz à 0,3 MHz		0,53 MHz à 2,0 MHz		5,9 MHz à 6,2 MHz		30 MHz à 54 MHz		68 MHz à 108 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	100	87	92	79	74	61	74	61	68	55
2	90	77	84	71	68	55	68	55	62	49
3	80	67	76	63	62	49	62	49	56	43
4	70	57	68	55	56	43	56	43	50	37
5	60	47	60	47	50	37	50	37	44	31
^a P: Crête ^b QP: Quasi-crête										
NOTE Toutes les valeurs indiquées dans ce tableau sont valables pour les bandes passantes de mesure spécifiées dans le tableau 3.										

**Tableau 9 – Limites des perturbations bande étroite conduites
sur les lignes de signaux et de contrôles (détecteur crête)**

Classe	Niveaux dB(μA)					
	0,15 MHz à 0,3 MHz	0,53 MHz à 2,0 MHz	5,9 MHz à 6,2 MHz	30 MHz à 54 MHz	68 MHz à 87 MHz Services mobiles	76 MHz à 108 MHz Radiodiffusion
1	80	66	57	52	52	58
2	70	58	51	46	46	52
3	60	50	45	40	40	46
4	50	42	39	34	34	40
5	40	34	33	28	28	34

6.3.4 Limits for conducted disturbances from components/modules – Current probe method

For acceptable radio reception in a vehicle, the conducted noise shall not exceed the values shown in tables 8 and 9, broadband and narrowband limits, respectively. Refer to footnote 1, Scope, for statement on limits.

**Table 8 – Limits for broadband conducted current disturbances on
control/signal lines (peak or quasi-peak detector)**

Class	Levels dB(μA)									
	0,15 MHz to 0,3 MHz		0,53 MHz to 2,0 MHz		5,9 MHz to 6,2 MHz		30 MHz to 54 Hz		68 MHz to 108 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	100	87	92	79	74	61	74	61	68	55
2	90	77	84	71	68	55	68	55	62	49
3	80	67	76	63	62	49	62	49	56	43
4	70	57	68	55	56	43	56	43	50	37
5	60	47	60	47	50	37	50	37	44	31
^a Peak ^b Quasi-peak										
NOTE All values listed in this table are valid for the bandwidths specified in table 3.										

**Table 9 – Limits for narrowband conducted current disturbances
on control/signal lines (peak detector)**

Class	Levels dB(μA)					
	0,15 MHz to 0,3 MHz	0,53 MHz to 2,0 MHz	5,9 MHz to 6,2 MHz	30 MHz to 54 MHz	68 MHz to 87 MHz Mobile services	76 MHz to 108 MHz Broadcast
1	80	66	57	52	52	58
2	70	58	51	46	46	52
3	60	50	45	40	40	46
4	50	42	39	34	34	40
5	40	34	33	28	28	34

6.4 Émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la chambre anéchoïque

6.4.1 Généralités

NOTE Les émissions conduites contribuent à la valeur mesurée en raison du rayonnement du câblage du dispositif d'essai. En conséquence, il est souhaitable d'établir la conformité aux prescriptions d'émissions conduites avant d'effectuer les essais d'émissions rayonnées.

Les mesures du niveau de champ rayonné doivent être effectuées dans une chambre anéchoïque afin de supprimer les niveaux élevés des perturbations extérieures provenant des équipements électriques et des stations de radiodiffusion.

Les caractéristiques de réflexion de la chambre anéchoïque doivent être évaluées en réalisant des mesures comparatives sur un site d'essai en espace libre et dans la chambre anéchoïque. La différence des résultats obtenus doit satisfaire aux exigences décrites en 4.4.1. Pour plus d'information, voir l'annexe G.

NOTE La perturbation du récepteur de bord du véhicule peut être causée par une émission directe venant de plus d'un conducteur du faisceau électrique du véhicule. Ce mode de couplage au récepteur du véhicule peut affecter à la fois la manière de mesurer et les moyens de réduction de la perturbation à la source.

Les équipements de véhicules qui ne sont pas effectivement reliés à la masse du véhicule au moyen d'un conducteur de masse court ou qui ont plusieurs faisceaux conducteurs transmettant la tension perturbatrice nécessiteront un essai en émission rayonnée. Cela a été démontré pour donner une meilleure corrélation avec les essais sur véhicule complet pour les équipements installés suivant cette manière.

Des exemples non exhaustifs de systèmes pour lesquels ce essai est applicable sont:

- les systèmes électroniques de contrôle à base de microprocesseur;
- les moteurs d'essuie-glaces à deux vitesses par commutation à la borne négative;
- les systèmes de contrôle des suspensions comprenant des actionneurs motorisés intercalés;
- les systèmes de refroidissement motorisés et les moteurs de ventilation montés dans des boîtiers plastiques ou d'autres matériaux isolants.

6.4.2 Banc d'essai

6.4.2.1 Antennes

Les limites indiquées dans les tableaux 10 et 11 sont exprimées en dB(μ V/m) et ainsi, théoriquement, n'importe quelle antenne peut être utilisée à partir du moment où elle présente une sensibilité suffisante, le facteur de correction d'antenne est appliqué et l'antenne fournit une adaptation de 50 Ω au récepteur de mesure. Pour les besoins de la présente norme, les limites indiquées dans les tableaux 10 et 11 sont basées sur les antennes suivantes:

- | | |
|------------------------|---|
| a) 0,15 MHz à 30 MHz | monopôle vertical 1 m (s'il n'y a pas une impédance de 50 Ω , une unité d'adaptation d'antenne appropriée doit être utilisée); |
| b) 30 MHz à 200 MHz | antenne biconique utilisée en polarisation verticale et horizontale; |
| c) 200 MHz à 1 000 MHz | antenne log-périodique utilisée en polarisation verticale et horizontale. |

Les antennes disponibles dans le commerce avec des facteurs de correction d'antenne connus (voir 3.4) peuvent être utilisées. Les facteurs de pertes dans les câbles peuvent être déterminés en conformité avec la CISPR 12.

6.4 Radiated emissions from components/modules – ALSE method

6.4.1 General

NOTE Conducted emissions will contribute to the radiated emissions measurements because of radiation from the wiring in the test set-up. Therefore, it is advisable to establish conformance with the conducted emissions requirements before performing the radiated emissions test.

Measurements of radiated field strength shall be made in an ALSE to eliminate the high levels of extraneous disturbance from electrical equipment and broadcasting stations.

The reflection characteristics of the shielded enclosure shall be checked by performing comparative measurements in an open field test site and in the ALSE. The difference of results shall comply with 4.4.1. For further details see annex G.

NOTE Disturbance to the vehicle on-board receiver can be caused by direct radiation from one or more leads in the vehicle wiring harness. This coupling mode to the vehicle receiver affects both the type of testing and the means of reducing the disturbance at the source.

Vehicle components which are not effectively grounded to the vehicle by short ground leads, or which have several harness leads carrying the disturbance voltage, will require a radiated emissions test. This has been shown to give better correlation with the complete vehicle test for components installed in this way.

Examples of component installations for which this test is applicable include, but are not limited to:

- electronic control systems containing microprocessors;
- two speed wiper motors with negative supply switching;
- suspension control systems with strut-mounted actuator motors;
- engine cooling and heater blower motors mounted in plastic or other insulated housings.

6.4.2 Test set-up

6.4.2.1 Antenna systems

The limits shown in tables 10 and 11 are listed in dB(μ V/m), and thus theoretically any antenna can be used, provided that it has adequate sensitivity, the antenna correction factor is applied, and the antenna provides a 50 Ω match to the measuring instrument. For the purposes of this standard, the limits shown in tables 10 and 11 are based upon the following antennas:

- | | |
|-------------------------|---|
| a) 0,15 MHz to 30 MHz | 1 m vertical monopole (where this is not 50 Ω , a suitable antenna matching unit shall be used); |
| b) 30 MHz to 200 MHz | a biconical antenna used in vertical and horizontal polarization; |
| c) 200 MHz to 1 000 MHz | a log-periodic antenna used in vertical and horizontal polarization. |

Commercially available antennas with known antenna correction factors (see 3.4) may be used. The cable loss factor can be determined in accordance with CISPR 12.

La méthode à utiliser pour la caractérisation de l'antenne monopôle (fouet) vertical est donnée à l'annexe E.

NOTE Une méthode pour déterminer les facteurs d'antenne biconique et log-périodique est décrite dans la référence SAE ARP 958.⁶

6.4.2.2 Unité d'adaptation antenne

Une adaptation d'impédance correcte entre l'antenne et l'instrument de mesure de $50\ \Omega$ doit être conservée pour toutes les fréquences. Le ROS doit avoir une valeur maximale de 2:1. Une correction appropriée doit être effectuée pour toute atténuation/gain du système d'antenne, entre l'antenne et le récepteur.

NOTE 1 Il convient que des précautions soient prises pour garantir que les tensions d'entrée ne dépassent pas le taux d'impulsion acceptable en entrée de l'unité, afin qu'il ne se produise pas de surcharge. Cela est particulièrement important lorsque des unités d'adaptation actives sont utilisées. Pour plus d'informations, voir l'annexe C.

NOTE 2 Les antennes biconiques ont généralement un ROS qui peut atteindre 10:1 dans la gamme 30 MHz à 80 MHz. Pour cette raison, une erreur de mesure supplémentaire peut se produire lorsque l'impédance d'entrée du récepteur diffère de $50\ \Omega$. L'utilisation d'un atténuateur (3 dB minimum) en entrée du récepteur (si possible) permettra de minimiser cette erreur supplémentaire.

6.4.2.3 Position de l'appareil en essai

L'appareil en essai doit être placé à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse, sur un matériau non conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$).

Le boîtier de l'appareil en essai ne doit pas être relié au plan de masse, excepté si l'on veut simuler la configuration existant sur le véhicule.

La face avant de l'appareil en essai doit être située à une distance de (200 ± 10) mm du bord du plan de masse.

6.4.2.4 Position du faisceau d'essai

La longueur du faisceau d'essai prise parallèlement au plan de masse doit être de $(1\ 500 \pm 75)$ mm.

La longueur totale du faisceau comprise entre l'appareil en essai et le simulateur de charges (ou la frontière RF) ne doit pas dépasser 2 000 mm. Le type de câblage est défini par l'application réelle du système et les exigences réelles.

Le faisceau d'essai doit être placé à (50 ± 5) mm au-dessus du plan de masse, sur un matériau non conducteur de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$).

La partie longue du faisceau d'essai faisant face à l'antenne, doit être placée parallèlement au plan de masse, à une distance de (100 ± 10) mm du bord.

6.4.2.5 Position du simulateur de charges

De préférence, le simulateur doit être placé directement sur le plan de masse. Si le simulateur de charges a un boîtier métallique, celui-ci doit être relié au plan de masse.

Comme alternative, le simulateur peut être placé à côté du plan de masse (avec le boîtier du simulateur relié au plan de masse) ou à l'extérieur de la chambre, à condition que le faisceau d'essai passe par une frontière RF reliée au plan de masse.

⁶ SAE ARP 958: *Electromagnetic Interference Measurement Antennas: Standard Calibration Method*, Society of Automotive Engineers, Dec. 1992, Inc., 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA

The method to be used for characterization of the vertical monopole (rod) antenna is given in annex E.

NOTE A method for determining biconical and log-periodic antenna factors is described in SAE ARP 958.⁶

6.4.2.2 Antenna matching unit

Correct impedance matching between the antenna and the measuring instrument of 50 Ω shall be maintained at all frequencies. There shall be a maximum SWR of 2:1. Appropriate correction shall be made for any attenuation/gain of the antenna system from the antenna to the receiver.

NOTE 1 Care should be taken to ensure that input voltages do not exceed the pulse input rating of the unit or overloading may occur. This is particularly important when active matching units are used. For further information see annex C.

NOTE 2 Biconical antennas usually have a SWR of up to 10:1 in the frequency range of 30 MHz to 80 MHz. Therefore an additional measurement error may occur when the receiver input impedance differs from 50 Ω . The use of an attenuator (3 dB minimum) at the receiver input (if possible) will keep this additional error low.

6.4.2.3 Location of the EUT

The EUT shall be placed on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), at (50 ± 5) mm above the ground plane.

The case of the EUT shall not be grounded to the ground plane unless it is intended to simulate the actual vehicle configuration.

The face of the EUT shall be located at a distance of (200 ± 10) mm from the edge of the ground plane.

6.4.2.4 Location of the test harness

The length of test harness parallel to the front of the ground plane shall be $(1\,500 \pm 75)$ mm.

The total length of the test harness between the EUT and the load simulator (or the RF boundary) shall not exceed 2 000 mm. The wiring type is defined by the actual system application and requirement.

The test harness shall be placed on a non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$), at (50 ± 5) mm above the ground plane.

The long segment of test harness shall be located parallel to the edge of the ground plane facing the antenna at a distance of (100 ± 10) mm from the edge.

6.4.2.5 Location of the load simulator

Preferably, the load simulator shall be placed directly on the ground plane. If the load simulator has a metallic case, this case shall be bonded to the ground plane.

Alternatively, the load simulator may be located adjacent to the ground plane (with the case of the load simulator bonded to the ground plane) or outside of the test chamber, provided the test harness from the EUT passes through an RF boundary bonded to the ground plane.

⁶ SAE ARP 958: Dec. 1992, *Electromagnetic Interference Measurement Antennas: Standard Calibration Method*; Society of Automotive Engineers, Inc., 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096-0001, USA.

Lorsque le simulateur est placé sur le plan de masse, les lignes d'alimentation continues du simulateur de charges doivent être connectées à travers le réseau fictif.

6.4.2.6 Position de l'antenne de mesure

La hauteur du centre de phase de l'antenne de mesure doit être à (100 ± 10) mm au-dessus de la hauteur h du plan de masse pour les antennes biconiques et log-périodiques.

La hauteur h_{cp} du plan de masse de l'antenne fouet doit être de ± 10 mm par rapport à la hauteur du plan de masse h . Le plan de masse de l'antenne fouet doit être relié au plan de masse.

Aucune partie des éléments rayonnants de l'antenne ne doit être à moins de 250 mm du sol de l'installation. Les éléments rayonnants de l'antenne de mesure ne doivent pas être à moins de 1 000 mm des matériaux absorbants, à l'exception de ceux placés sur le sol, et ne doivent pas être à moins de 2 000 mm des murs ou du plafond de l'enceinte blindée.

La distance entre le faisceau électrique et le point de référence de l'antenne doit être de $(1\ 000 \pm 10)$ mm.

Le point de référence de l'antenne est défini comme suit:

- l'élément vertical du fouet;
- le centre de phase (point milieu) pour une antenne biconique;
- l'extrémité de l'antenne pour les éléments log-périodiques (incluant les antennes biconilog);
- le plan de sortie pour les antennes cornet.

L'antenne doit être étalonnée par rapport à ce point de référence pour une distance de mesure de 1 000 mm.

Le centre de phase de l'antenne doit être en face du milieu de la partie longitudinale du faisceau de câblage (1 500 mm de long).

NOTE L'utilisateur de cette norme doit savoir que les fabricants d'antenne peuvent fournir:

- des facteurs d'antenne indépendants pour les polarisations horizontales et verticales: dans ce cas, il convient que les facteurs d'antenne appropriés soient utilisés pour les mesures suivant chaque polarisation;
- un facteur d'antenne unique: dans ce cas, il convient que ce facteur d'antenne soit utilisé pour les deux polarisations.

6.4.3 Procédure d'essais

La configuration générale de la source de perturbations, du faisceau de raccordement, etc. représente une condition d'essai normalisée. Toute modification par rapport à la longueur du faisceau d'essai standard, etc. doit faire l'objet d'un accord avant l'essai et être indiquée dans le rapport d'essais.

L'appareil en essai doit fonctionner avec les conditions nominales de charge et de fonctionnement sur véhicule afin de produire les niveaux d'émission maximaux. Il faut que ces conditions de fonctionnement soient clairement définies dans le plan d'essai afin de garantir que le fournisseur et le client réalisent des essais identiques. Les orientations de l'appareil en essai doivent être définies dans le plan d'essai pour les mesures d'émission.

De 150 kHz à 30 MHz, les mesures doivent être effectuées en polarisation verticale uniquement.

De 30 MHz à 1 GHz, les mesures doivent être effectuées en polarisation verticale et horizontale.

When the load simulator is located on the ground plane, the DC power supply lines of the load simulator shall be connected through the AN(s).

6.4.2.6 Location of the measuring antenna

The height of the phase centre of the measuring antenna shall be within (100 ± 10) mm of the height h of the ground plane for the biconical and log-periodic antenna.

The height of the counterpoise h_{cp} of the rod antenna shall be within ± 10 mm of the height of the ground plane h . The rod antenna counterpoise shall be bonded to the ground plane.

No part of any antenna radiating element shall be closer than 250 mm to the floor. The radiating elements of the measuring antenna shall not be closer than 1 000 mm to any absorber material, except that used on the floor, and shall not be closer than 2 000 mm to the walls or ceiling of the shielded enclosure.

The distance between the wiring harness and the reference point of the antenna shall be $(1\,000 \pm 10)$ mm.

The reference point of the antenna is defined as:

- the vertical monopole element for rod antenna,
- the phase centre (mid-point) for biconical antennas,
- the tip for antennas with log-periodic elements (including biconilog antennas),
- the front aperture for horn antennas.

The antenna shall be calibrated for this reference point for a 1 000 mm measuring distance.

The phase centre of the antenna shall be in line with the centre of the longitudinal part (1 500 mm length) of the wiring harness.

NOTE The users of this standard should be aware that antenna manufacturers may give:

- Independent antenna factors for horizontal and vertical polarisations: in this case the appropriate antenna factor should be used for measurement in each polarisation.
- A single antenna factor: in this case this antenna factor should be used for measurements in both polarisation.

6.4.3 Test procedure

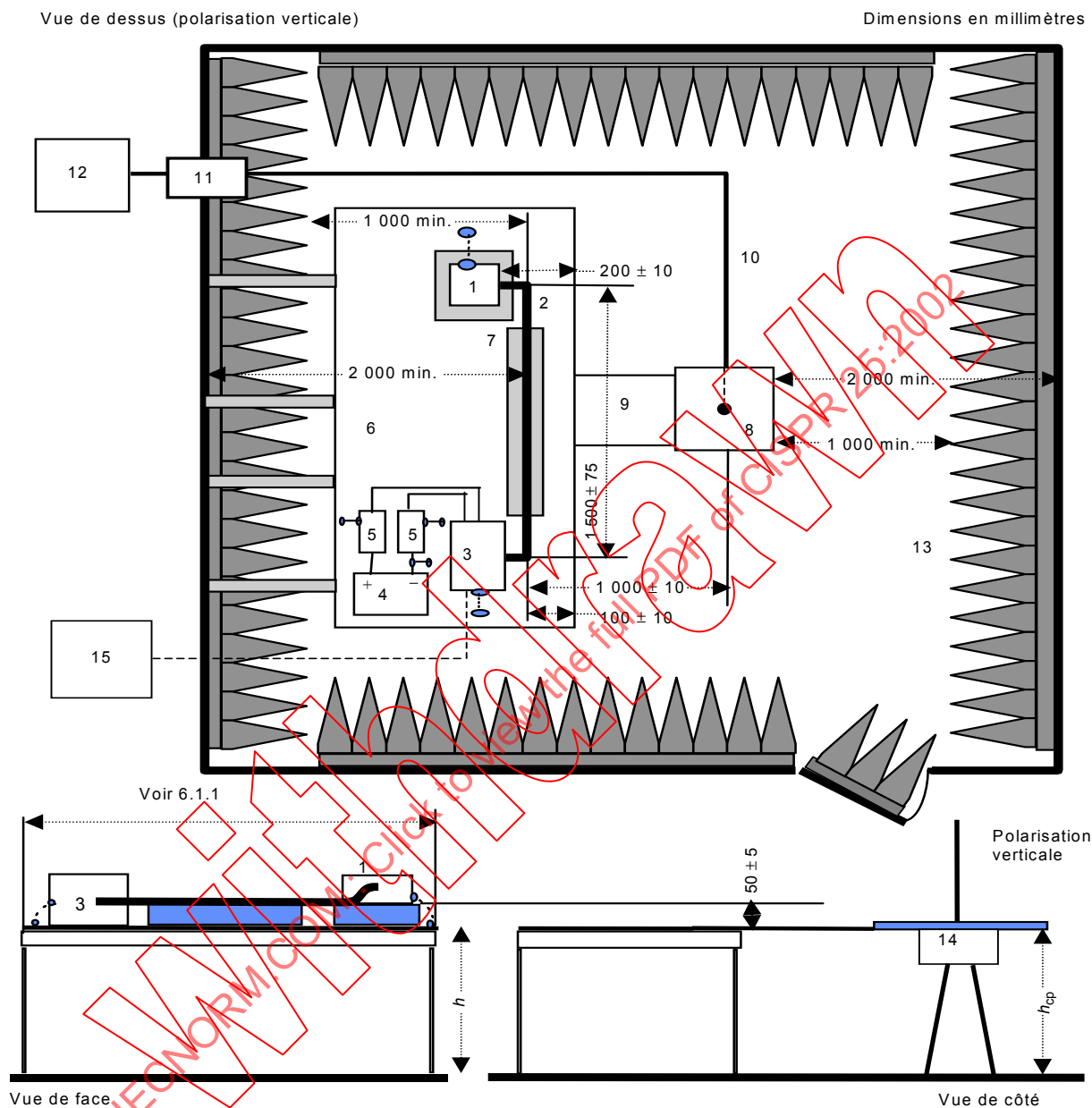
The general arrangement of the disturbance source and connecting harnesses etc. represents a standardised test condition. Any deviations from the standard test harness length etc. shall be agreed upon prior to testing and recorded in the test report.

The EUT shall be made to operate under typical loading and other conditions as in the vehicle such that the maximum emission state occurs. These operating conditions must be clearly defined in the test plan to ensure supplier and customer are performing identical tests. The orientation(s) of the EUT for radiated emission measurements shall be defined in the test plan.

From 150 kHz to 30 MHz measurements shall be performed in vertical polarisation only.

From 30 MHz to 1 GHz measurements shall be performed in vertical and horizontal polarisation.

Pour les mesures d'émissions rayonnées, la position de l'appareil en essai et de l'équipement de mesure doivent être fonctionnellement équivalente aux exemples illustrés aux figures 10 à 12.



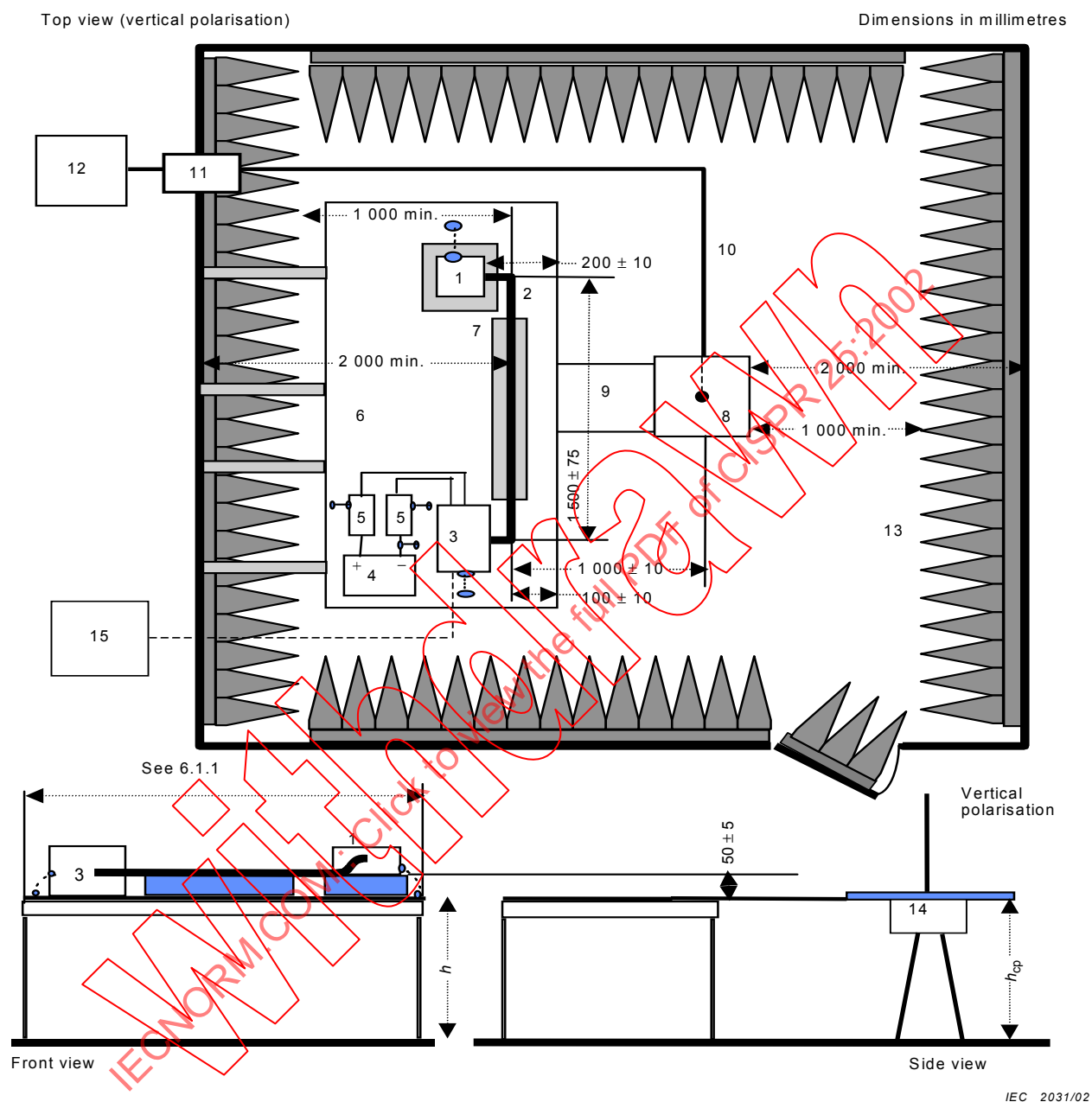
IEC 2031/02

Légende

- | | | | |
|----------|---|----|--|
| 1 | Appareil en essai (mis à la masse localement si demandé dans le plan d'essai) | 9 | Connexion de mise à la masse (raccordement sur toute la largeur entre le plan de masse antenne et le plan de masse du banc) |
| 2 | Faisceau d'essai | 10 | Câble coaxial à double blindage, de haute qualité (50 Ω) |
| 3 | Simulateur de charges (position et mise à la masse conformément à 6.4.2.5) | 11 | Connecteur blindé |
| 4 | Alimentation (position facultative) | 12 | Instrument de mesure |
| 5 | Réseau fictif (AN) | 13 | Matériau absorbant RF |
| 6 | Plan de masse (relié à la cage de Faraday) | 14 | Système d'adaptation d'antenne (l'emplacement préférentiel est en dessous du plan de masse antenne; s'il est au-dessus du plan de masse antenne, la base de l'antenne fouet doit être à la hauteur du plan de masse du banc) |
| 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) | 15 | Système de stimulation et de contrôle |
| 8 | Antenne fouet avec plan de masse antenne (dimensions typiques: 600 mm par 600 mm) | | |
| h | $= (900 \pm 50) \text{ mm}$ | | |
| h_{cp} | $= (h \pm 10) \text{ mm}$ | | |

Figure 10 – Exemple de montage d'essai – antenne fouet

For radiated emission measurements, the arrangement of the EUT and measuring equipment shall be functionally equivalent to the examples shown in figures 10 to 12.



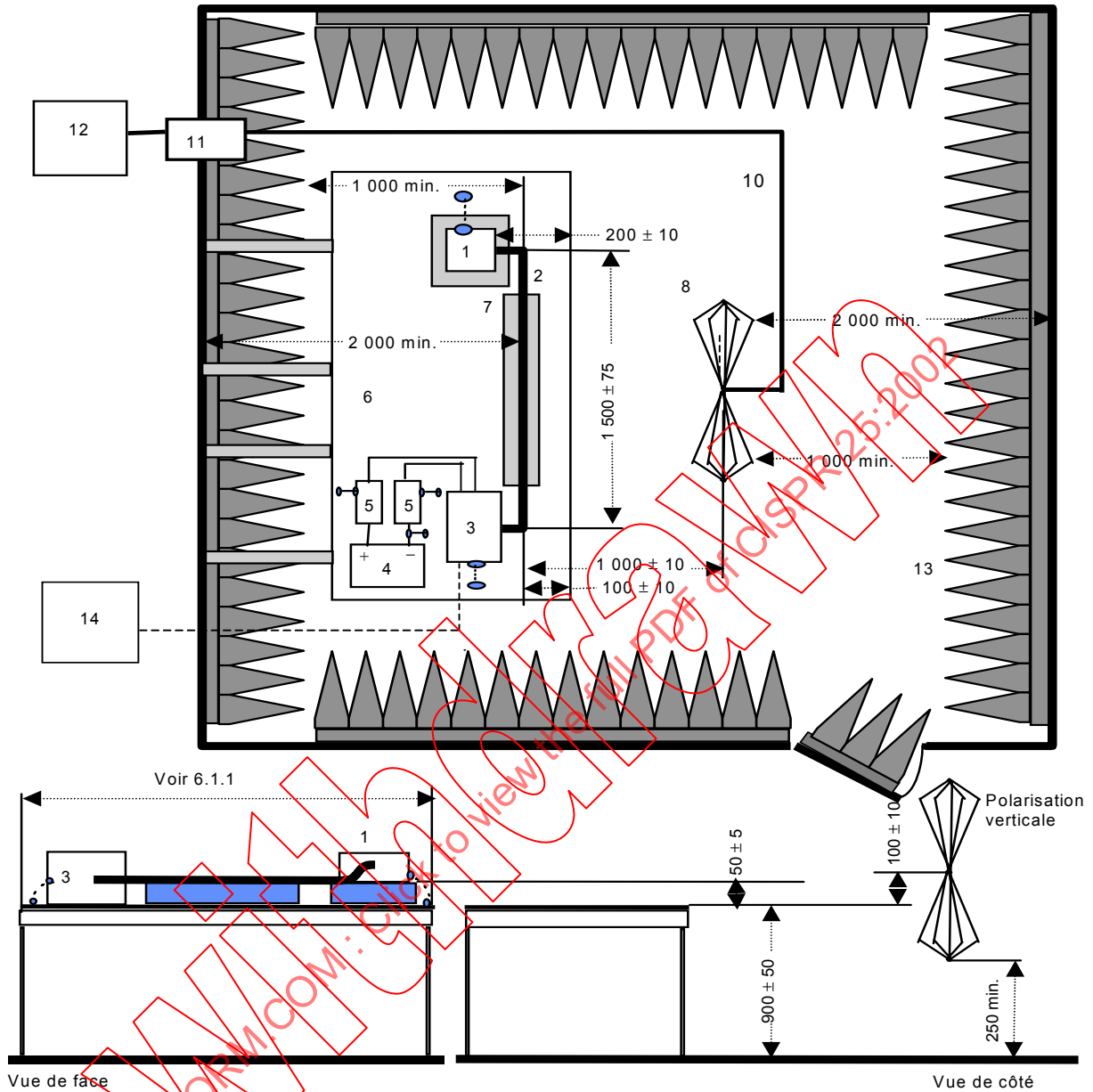
Key

- | | |
|---|--|
| 1 EUT (grounded locally if required in test plan) | 9 Grounding connection (full width bond between counterpoise and ground plane) |
| 2 Test harness | 10 High quality double-shielded coaxial cable (50 Ω) |
| 3 Load simulator (placement and ground connection according to 6.4.2.5) | 11 Bulkhead connector |
| 4 Power supply (location optional) | 12 Measuring instrument |
| 5 Artificial network (AN) | 13 RF absorber material |
| 6 Ground plane (bonded to shielded enclosure) | 14 Antenna matching unit (the preferred location is below the counterpoise; if above the counterpoise then the base of the antenna rod shall be at the height of the ground plane) |
| 7 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$) | 15 Stimulation and monitoring system |
| 8 Rod Antenna with counterpoise (dimensions: 600 mm by 600 mm typical) | |
- $h = (900 \pm 50) \text{ mm}$
 $h_{cp} = (h \pm 10) \text{ mm}$

Figure 10 – Example of test set-up – rod antenna

Vue de dessus (polarisation horizontale)

Dimensions en millimètres



IEC 2032/02

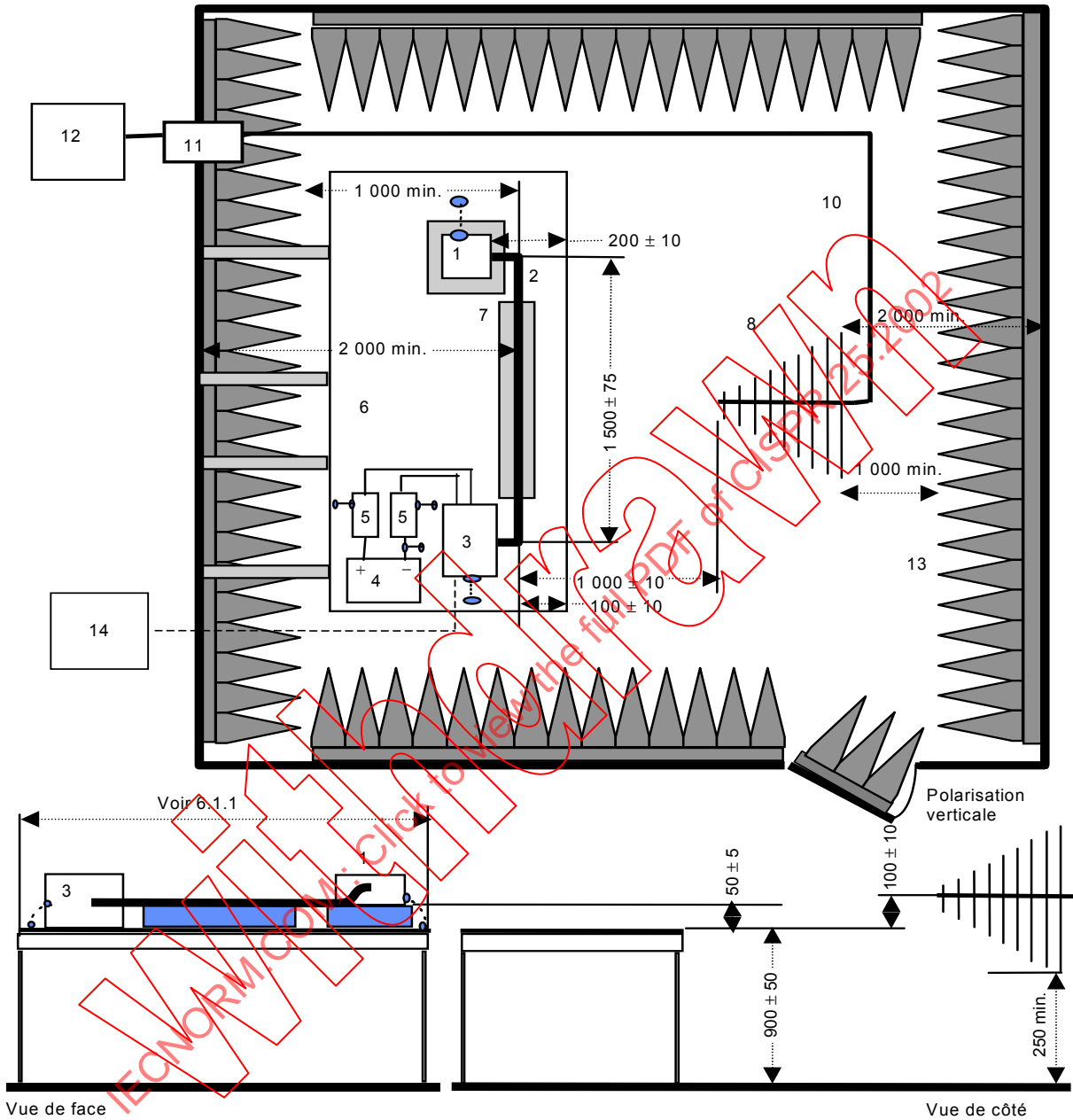
Légende

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Appareil en essai (mis à la masse localement si demandé dans le plan d'essai) | 8 | Antenne biconique |
| 2 | Faisceau d'essai | 10 | Câble coaxial à double blindage, de haute qualité (50 Ω) |
| 3 | Simulateur de charges (position et mise à la masse conformément à 6.4.2.5) | 11 | Connecteur blindé |
| 4 | Alimentation (position facultative) | 12 | Instrument de mesure |
| 5 | Réseau fictif | 13 | Matériau absorbant RF |
| 6 | Plan de masse (relié à la cage de Faraday) | 14 | Système de stimulation et de contrôle |
| 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) | | |

Figure 11 – Exemple de montage d'essai – antenne biconique

Vue de dessus (polarisation horizontale)

Dimensions en millimètres



IEC 2033/02

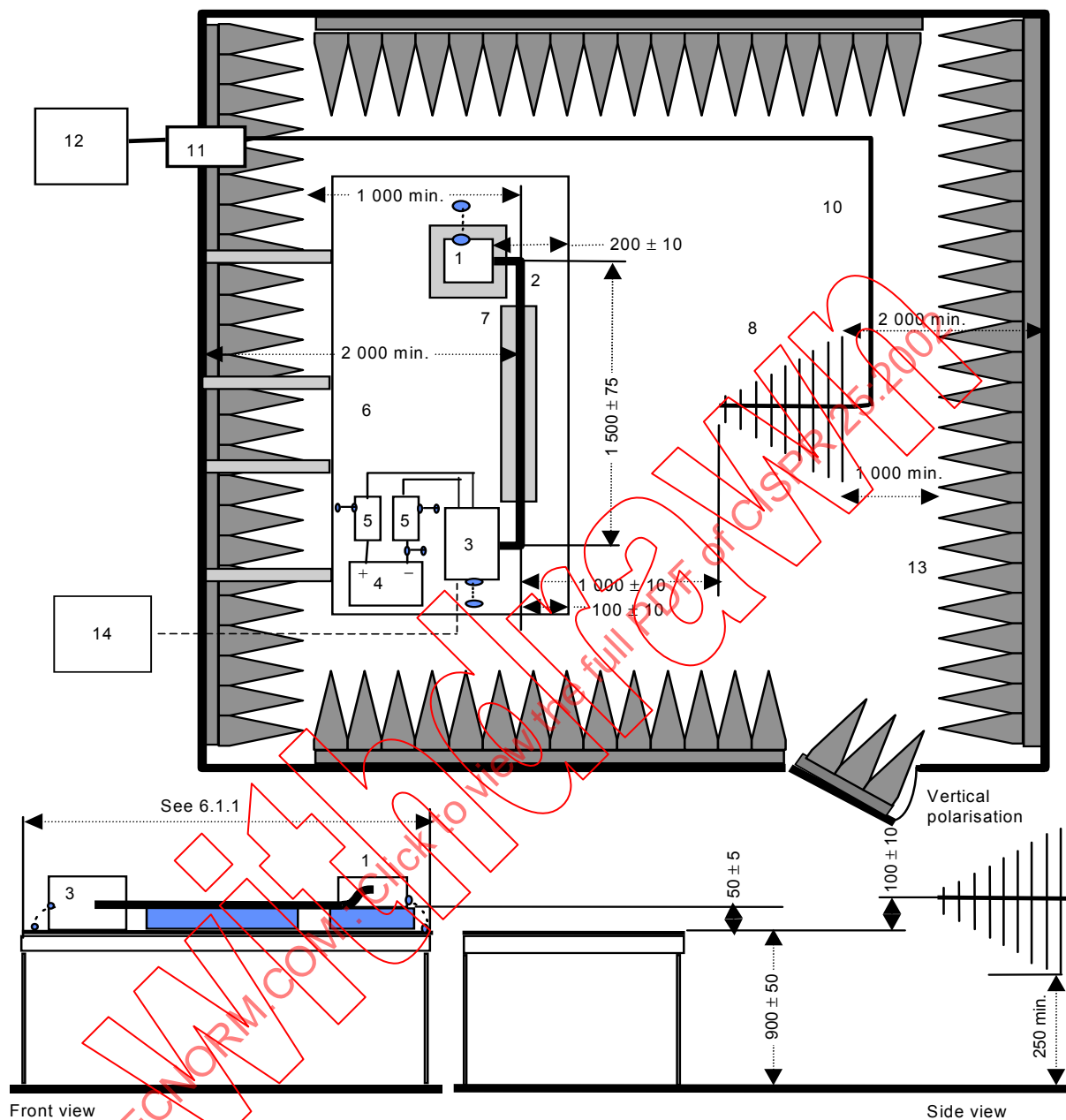
Légende

- | | | | |
|---|---|----|--|
| 1 | Appareil en essai (mis à la masse localement si demandé dans le plan d'essai) | 8 | Antenne log-périodique |
| 2 | Faisceau d'essai | 10 | Câble coaxial à double blindage, de haute qualité (50 Ω) |
| 3 | Simulateur de charges (position et mise à la masse conformément à 6.4.2.5) | 11 | Connecteur blindé |
| 4 | Alimentation (position facultative) | 12 | Instrument de mesure |
| 5 | Réseau fictif | 13 | Matériau absorbant RF |
| 6 | Plan de masse (relié à la cage de Faraday) | 14 | Système de stimulation et de contrôle |
| 7 | Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) | | |

Figure 12 – Exemple de montage d'essai – antenne log-périodique

Top view (horizontal polarisation)

Dimensions in millimetres



IEC 2033/02

Key

- | | | | |
|---|---|----|---|
| 1 | EUT (grounded locally if required in test plan) | 8 | Log-periodic antenna |
| 2 | Test harness | — | — |
| 3 | Load simulator (placement and ground connection according to 6.4.2.5) | 10 | High quality double-shielded coaxial cable (50 Ω) |
| 4 | Power supply (location optional) | 11 | Bulkhead connector |
| 5 | Artificial network (AN) | 12 | Measuring instrument |
| 6 | Ground plane (bonded to shielded enclosure) | 13 | RF absorber material |
| 7 | Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$) | 14 | Stimulation and monitoring system |

Figure 12 – Example of test set-up – log-periodic antenna

6.4.4 Limites pour les émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la chambre anéchoïque

Certaines sources de perturbations sont des émetteurs permanents qui nécessitent une limite plus sévère qu'une source de perturbations qui n'est présente que périodiquement ou sur une courte durée. Les limites d'essai des tableaux 10 et 11 ont été ajustées pour tenir compte de ce fait. Les mesures doivent être effectuées avec un seul des types de détection. (Voir note de bas de page 1 du domaine d'application concernant les limites).

Tableau 10 – Limites des perturbations large bande rayonnées par les équipements (détecteur crête ou quasi-crête)

Classe	Niveaux dB(μV/m)															
	0,15 MHz à 0,3 MHz		0,53 MHz à 2,0 MHz		5,9 MHz à 6,2 MHz		30 MHz à 54 MHz		68 MHz à 108 MHz		142 MHz à 175 MHz		380 MHz à 512 MHz		820 MHz à 960 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	96	83	83	70	60	47	60	47	49	36	49	36	56	43	62	49
2	86	73	75	62	54	41	54	41	43	30	43	30	50	37	56	43
3	76	63	67	54	48	35	48	35	37	24	37	24	44	31	50	37
4	66	53	59	46	42	29	42	29	31	18	31	18	38	25	44	31
5	56	43	51	38	36	23	36	23	25	12	25	12	32	19	38	25
^a P: Crête ^b QP: Quasi-crête																
NOTE: Toutes les valeurs indiquées dans ce tableau sont valables pour les bandes passantes de mesures spécifiées dans le tableau 3.																

Tableau 11 – Limites des perturbations bande étroite rayonnées par les équipements (détecteur crête)

Classe	Niveaux dB(μV/m)									
	0,15 MHz à 0,3 MHz	0,53 MHz à 2,0 MHz	5,9 MHz à 6,2 MHz	30 MHz à 54 MHz	76 MHz à 108 MHz Radio- diffusion	68 MHz à 87 MHz Services mobiles	142 MHz à 175 MHz	380 MHz à 512 MHz	820 MHz à 960 MHz	
1	61	50	46	46	42	36	36	43	49	
2	51	42	40	40	36	30	30	37	43	
3	41	34	34	34	30	24	24	31	37	
4	31	26	28	28	24	18	18	25	31	
5	21	18	22	22	18	12	12	19	25	

6.5 Émissions rayonnées des composants/modules – Méthode de la cellule TEM

6.5.1 Généralités

Les mesures du niveau de champ rayonné doivent être effectuées dans une enceinte blindée afin d'éliminer les niveaux élevés de perturbations extérieures, provenant des équipements électriques et des émetteurs de radiodiffusion. La cellule TEM fonctionne comme enceinte blindée. Un exemple de cellule TEM est donné sur la figure 13. Les informations relatives aux dimensions et à la construction d'une cellule TEM pour des mesures sur équipement sont données dans l'annexe F.

6.4.4 Limits for radiated disturbances from components/modules – ALSE method

Some disturbance sources are continuous emitters and require a more stringent limit than a disturbance source which is only on periodically or for a short time. The limits in tables 10 and 11 have been adjusted to take account of this fact. Measurements need only be performed with one detection type. (Refer to footnote 1, Scope, for statement on limits.)

**Table 10 – Limits for broadband radiated disturbances from components
(peak or quasi-peak detector)**

Class	Levels dB(μV/m)															
	0,15 MHz to 0,3 MHz		0,53 MHz to 2,0 MHz		5,9 MHz to 6,2 MHz		30 MHz to 54 MHz		68 MHz to 108 MHz		142 MHz to 175 MHz		380 MHz to 512 MHz		820 MHz to 960 MHz	
	P ^a	QP ^b	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP	P	QP
1	96	83	83	70	60	47	60	47	49	36	49	36	56	43	62	49
2	86	73	75	62	54	41	54	41	43	30	43	30	50	37	56	43
3	76	63	67	54	48	35	48	35	37	24	37	24	44	31	50	37
4	66	53	59	46	42	29	42	29	31	18	31	18	38	25	44	31
5	56	43	51	38	36	23	36	23	25	12	25	12	32	19	38	25
a Peak																
b Quasi-peak																
NOTE All values listed in this table are valid for the bandwidths specified in table 3.																

**Table 11 – Limits for narrowband radiated disturbances from components
(peak detector)**

Class	Levels dB(μV/m)								
	0,15 MHz to 0,3 MHz	0,53 MHz to 2,0 MHz	5,9 MHz to 6,2 MHz	30 MHz to 54 MHz	76 MHz to 108 MHz Broad- cast	68 MHz to 87 MHz Mobile services	142 MHz to 175 MHz	380 MHz to 512 MHz	820 MHz to 960 MHz
1	61	50	46	46	42	36	36	43	49
2	51	42	40	40	36	30	30	37	43
3	41	34	34	34	30	24	24	31	37
4	31	26	28	28	24	18	18	25	31
5	21	18	22	22	18	12	12	19	25

6.5 Radiated emissions from components/modules – TEM cell method

6.5.1 General

Measurements of radiated field strength shall be made in a shielded enclosure to eliminate the high levels of extraneous disturbance from electrical equipment and broadcast stations. The TEM cell works as a shielded enclosure. An example of a TEM cell is shown in figure 13. Information relating to the size and construction of a TEM cell for component measurement is given in annex F.

La méthode de la cellule TEM est plus adaptée pour mesurer les émissions en bande étroite que les émissions à large bande.

La fréquence maximale d'utilisation de cette méthode d'essai est directement fonction des dimensions de la cellule TEM, des dimensions de l'équipement/module (positionnement inclus) et des caractéristiques du filtre radiofréquence. Des mesures dans les zones correspondant aux résonances de la cellule TEM ne doivent pas être effectuées.

Pour tester les systèmes électroniques embarqués des véhicules automobiles, il est recommandé d'utiliser une cellule TEM dans la gamme de fréquences de 150 kHz à 200 MHz. Les dimensions des cellules TEM décrites à l'annexe F, tableau F.1, sont caractéristiques de celles utilisées dans le domaine de l'automobile.

Afin d'obtenir des résultats d'essai reproductibles, l'appareil en essai et le faisceau d'essai doivent être placés dans la cellule TEM dans la même position lorsque que la mesure est répétée.

Pour les besoins de cet essai, le septum de la cellule TEM se comporte de la même façon qu'une antenne de réception.

Des méthodes sont à l'étude en Europe et aux Etats-Unis pour mesurer directement les émissions d'un circuit intégré au moyen d'une cellule TEM ou d'autres équipements de mesures. Le but est d'essayer de réduire les effets n'ayant rien à voir avec les fils d'alimentation et de tester les effets des changements de masque des circuits.

6.5.2 Banc d'essai

6.5.2.1 Configuration d'essai avec un couplage principal avec le faisceau de câblage

La cellule TEM doit avoir un panneau de connexion raccordé aussi près que possible à une prise de connexion (voir figures 14 et 15).

Tous les fils d'alimentation et de signaux de l'appareil en essai sont directement raccordés au faisceau artificiel (par exemple circuit en nappe). Les traversées du panneau de connexion qui ne sont pas nécessaires doivent être fermées afin d'être étanches radio électriquement.

Le fil d'alimentation positif doit être raccordé directement au panneau de connexion à travers un réseau fictif (voir 6.1.2).

Il n'est pas permis de raccorder directement l'appareil en essai à la masse par l'intermédiaire du plancher de la cellule TEM. Le raccordement à la masse doit être effectué au niveau du panneau de connecteurs.

6.5.2.2 Configuration d'essai avec un couplage principal avec l'appareil en essai

La disposition d'essai est identique à celle indiquée dans la méthode précédente, à l'exception des fils de l'appareil en essai qui sont positionnés et blindés afin de minimiser le rayonnement électromagnétique des fils. Cela est réalisé en positionnant les fils à plat sur le plancher de la cellule TEM, puis en les raccordant verticalement à l'appareil en essai. L'utilisation d'une batterie appropriée et d'un faisceau blindé dans la cellule TEM réduira les rayonnements électromagnétiques issus des fils d'alimentation et des fils de signaux. Afin de minimiser les rayonnements en provenance du câblage, un blindage métallique en ruban peut être disposé sur les conducteurs.

The TEM cell method of emission measurements is more suited to narrowband measurements than broadband.

The upper frequency limit of this test method is a direct function of the TEM cell dimensions, the dimensions of the components/module (arrangement included), and the RF filter characteristic. Measurements shall not be made in the region of the TEM cell resonances.

A TEM cell is recommended for testing automotive electronic systems in the frequency range from 150 kHz to 200 MHz. The TEM cells boxed in annex F, table F.1, are typical of those used in automotive work.

In order to achieve reproducible test results the EUT and the test harness shall be placed in the TEM cell in the same position for each repeated measurement.

For the purpose of this test, the septum of the TEM cell functions in a similar way to a receiving antenna.

Methods are under development in Europe and in North America for directly measuring the emissions from integrated circuits using a TEM cell or other equipment. The intent is to minimise extraneous effects of leads and test circuitry mask changes.

6.5.2 Test set-up

6.5.2.1 Set-up with major field coupling to the wiring harness

The TEM cell shall have a connector panel connected as close as possible to a plug connector (see figure 14/figure 15).

All supply and signal leads from the EUT are directly connected to the artificial harness (e.g. a lead frame). The plugs at the connector panel which are not required shall be sealed so that they are RF-tight.

The connection of the positive power lead shall be through the AN (see 6.1.2), direct at the connector panel.

It is not permitted to ground the EUT directly to the TEM cell floor. The grounding shall be done at the connector panel.

6.5.2.2 Set-up with major field coupling to the EUT

The test set-up is similar to the method shown above, except that the leads to the EUT are positioned and shielded to minimise electromagnetic radiation from the leads. This is accomplished by positioning the leads flat across the bottom of the TEM cell and bringing them vertically to the EUT. The use of a sealed battery and shielded wiring in the TEM cell will further reduce the electromagnetic radiation from power and signal leads. To minimise the radiation from the wiring further, shielding foil tape can be applied over the leads.

6.5.3 Procédure d'essais

La disposition générale de l'appareil en essai, le faisceau et le système de filtre sur la paroi de la cellule TEM, etc. représente une condition d'essai normalisée. Toute déviation de cette configuration d'essai normalisée doit faire l'objet d'un accord avant essai et être mentionnée dans le rapport d'essai.

L'appareil en essai doit être disposé à $b/6$ (voir figure 15) au-dessus du plancher de la cellule TEM sur un matériau non conducteur, de faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$) dans la zone d'essai autorisée. Le faisceau artificiel (par exemple circuit en nappe) doit avoir une longueur de 450 mm et être positionné comme illustré sur les figures 14 et 15.

La disposition des fils du faisceau artificiel, la conception et la hauteur de l'ensemble des connecteurs de l'appareil en essai créent un couplage électrique par les boucles et les dipôles des connecteurs et ont une influence sur le résultat d'essai. Toutes les connexions entre les prises de connexion et les contacts avec les connecteurs de l'appareil en essai (multipôles) et le faisceau artificiel doivent être aussi courtes que possible. Des mesures répétées doivent être effectuées en utilisant la même position du faisceau artificiel, la même hauteur de l'ensemble des connecteurs de l'appareil en essai et la même affectation pour les contacts sur chaque connecteur. Une attention particulière doit être prise si les dimensions de l'appareil en essai et le volume de l'emplacement d'essai autorisé sont sensiblement les mêmes. Pour une telle situation, il est nécessaire d'avoir une définition spéciale entre les utilisateurs.

L'appareil en essai doit fonctionner sur une charge type ou selon d'autres conditions correspondant à la situation sur le véhicule, afin de produire les niveaux d'émission maximaux. Il faut que ces conditions d'essai soient définies dans le plan d'essai afin de s'assurer que les fournisseurs et les clients exécutent des essais identiques.

NOTE Différentes orientations orthogonales de l'appareil en essai peuvent conduire à différents niveaux d'énergie électromagnétique mesurés.

La ligne d'alimentation positive doit être dotée d'un filtre RF à l'entrée de la cellule TEM. Le réseau fictif indiqué en 6.1.2 doit être utilisé comme filtre. Celui-ci doit être connecté directement à la cellule TEM et doit être blindé de manière à ce que la ligne négative de l'alimentation soit mise à la masse du panneau de connexion.

Tous les câbles des capteurs et des actionneurs de l'appareil en essai doivent être connectés à un périphérique d'interface afin de simuler son fonctionnement sur véhicule.

Afin de minimiser l'influence du câblage situé à l'extérieur de la cellule TEM, des filtres passe-bas doivent être employés et connectés directement au niveau du panneau de connexion BNC. Les performances de ces filtres dépendent de la gamme de fréquences des signaux correspondant au fonctionnement de l'appareil en essai. Si aucune autre configuration n'est spécifiée dans le plan d'essai, les filtres doivent se comporter comme un réseau fictif d'impédance 50 Ω , comme décrit à l'annexe D.

Le câblage à l'intérieur du panneau de connexion doit être aussi court que possible et se faire avec un câble coaxial 50 Ω si un panneau avec des connecteurs BNC est utilisé, afin de réduire l'influence de sa longueur et de sa position. Le blindage (conducteur extérieur) des câbles doit être mis à la masse à chaque extrémité.

Des mesures répétées peuvent être réalisées en utilisant le même port RF de la cellule TEM, le port opposé étant connecté sur une impédance de 50 Ω .

6.5.3 Test procedure

The general arrangement of the EUT, the harness, the filter system at the TEM cell's wall, etc. represents a standardised test condition. Any deviations from the standard test configuration shall be agreed upon prior to testing and recorded in the test report.

The EUT shall be supported $b/6$ (see figure 15) above the TEM cell floor by non-conductive, low relative permittivity material ($\epsilon_r \leq 1,4$) in the allowed working region. The length of the artificial harness (e.g. a lead frame) shall be 450 mm and positioned as shown in figures 14 and 15.

The wiring arrangement of the artificial harness, the design and the overall height of the EUT's connector constitute electrical coupling loops and dipoles which have influence on the test results. All connections between the plug and contacts of the EUT's (multipole) connector and the artificial harness shall be as short as possible. Repeat measurements shall be performed using the same arrangement of the artificial harness, the same overall height of the EUT's connector and the same pin assignment on both connectors. Care shall be taken, if the size of the EUT and the allowed working region is nearly the same. In such a case, special definitions between the users are necessary.

The EUT shall be installed to operate under typical loading and other conditions in the vehicle in such a way that the maximum emission state occurs. These operating conditions must be defined in the test plan to ensure supplier and customer are performing identical tests.

NOTE Different orthogonal orientations of the EUT could lead to different levels of measured electromagnetic energy.

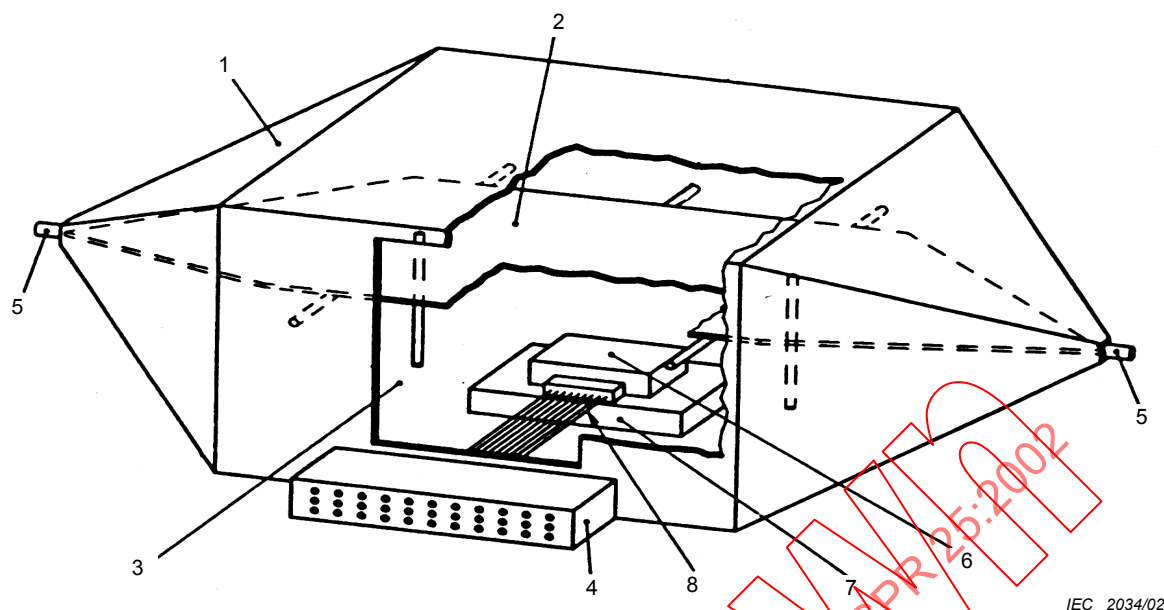
The positive supply line shall have an RF filter at the TEM cell input. The artificial network (AN) of 6.1.2 shall be used as this filter. The AN shall be connected directly to the TEM cell and shall be screened, so that the negative supply line is grounded at the connector panel.

All sensor and actuator leads of the EUT shall be connected to a peripheral interface, which simulates the operation in the vehicle.

To minimise influences of the wiring outside the TEM cell, low pass filters shall be used, which shall be connected directly to the BNC panel. The performance of the filters depends on the frequency range of the EUT's wanted signals. If no other configuration is specified in the test plan the filters shall perform like the artificial network with a 50 Ω impedance as described in annex D.

To eliminate influences of its length and arrangement the wiring inside the connector panel shall be as short as possible via 50 Ω coaxial cables if a BNC connector panel is used. The shielding (outer conductor) of the cables shall be grounded at both ends.

Repeat measurements shall be performed using the same RF port of the TEM cell, with the opposite port terminated by a 50 Ω impedance.

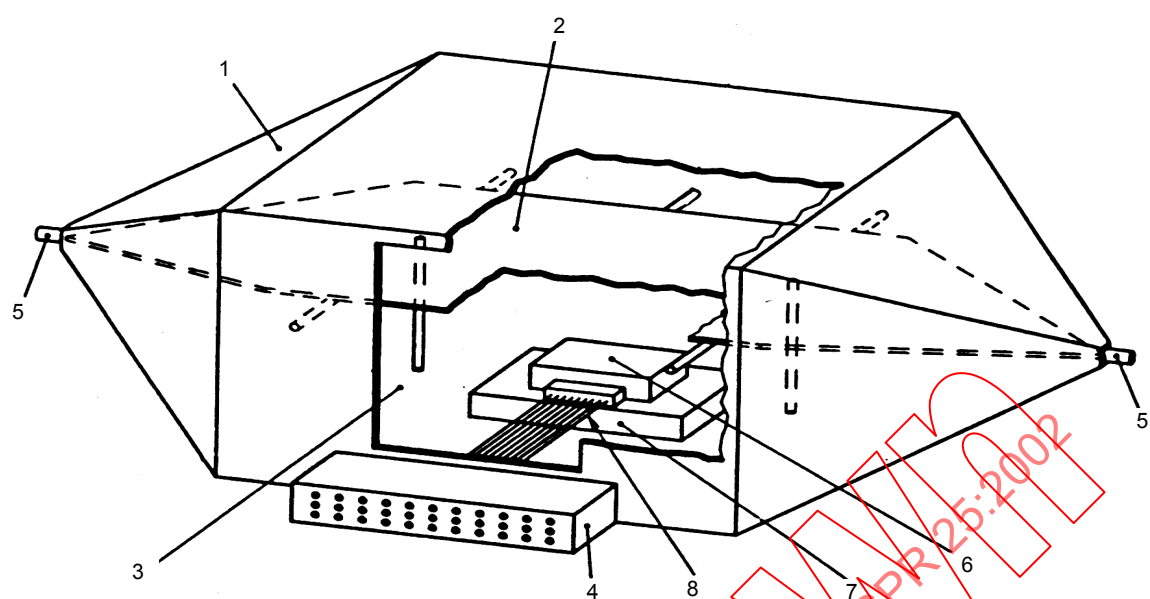


Légende

- 1 Blindage extérieur
- 2 Septum (conducteur intérieur)
- 3 Porte d'accès
- 4 Panneau de connecteurs (facultatif)
- 5 Connecteurs coaxiaux
- 6 Appareil en essai
- 7 Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 8 Faisceau artificiel

NOTE Il convient que les connecteurs sur le panneau de connecteurs soient des connecteurs coaxiaux RF si la frontière RF s'étend au delà de l'enveloppe de la cellule TEM.

Figure 13 – Cellule TEM (exemple)



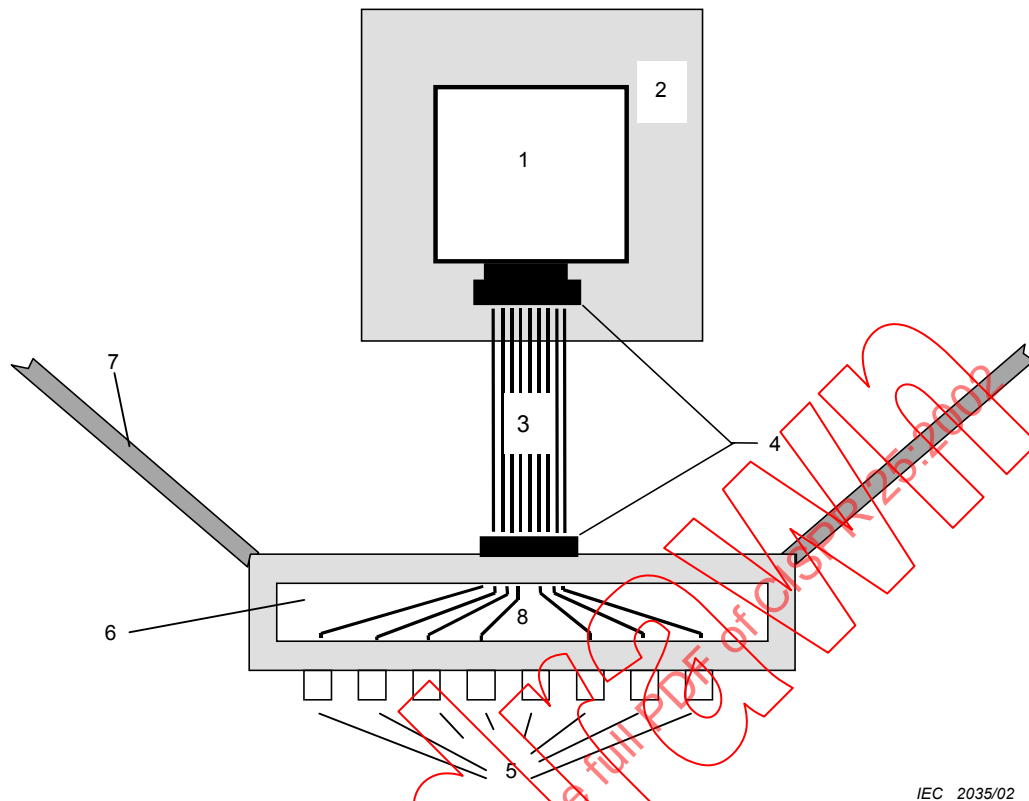
IEC 2034/02

Key

- 1 Outer shield
- 2 Septum (inner conductor)
- 3 Access door
- 4 Connector panel (optional)
- 5 Coaxial connectors
- 6 EUT
- 7 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 8 Artificial harness

NOTE The connectors on the connector panel should be coaxial RF connectors if the RF boundary extends outside of the TEM shell.

Figure 13 – TEM cell (example)

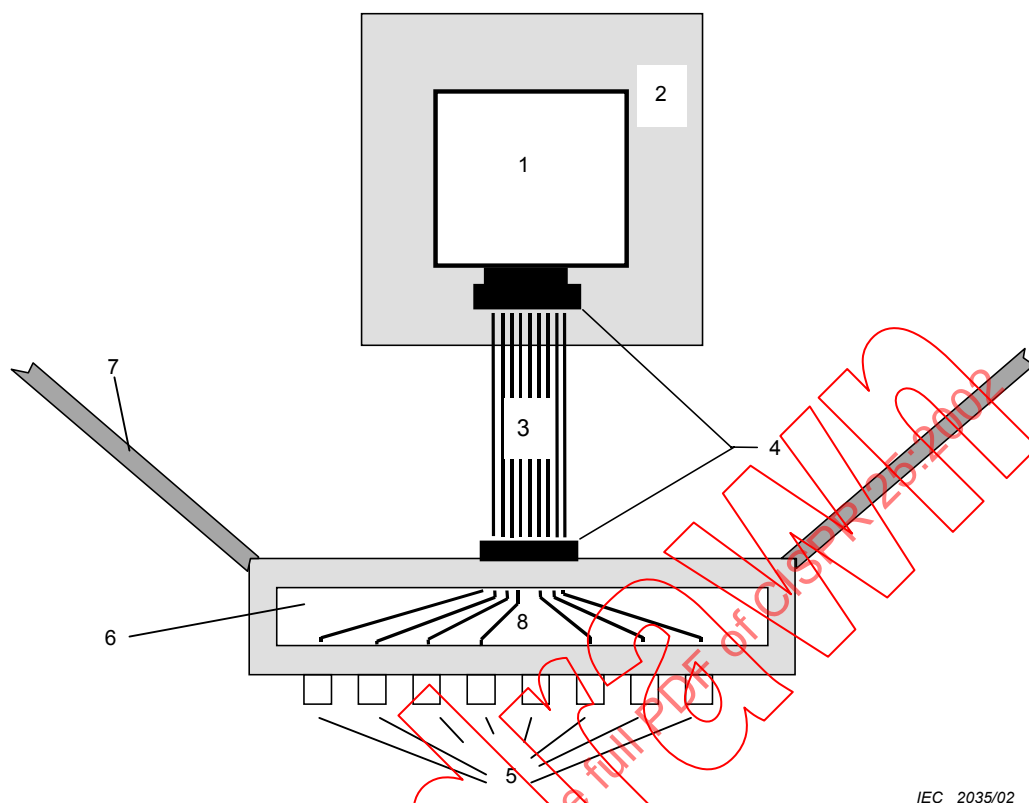


NOTE Il faut que tous les fils de l'appareil en essai passent par une frontière RF. La frontière RF est soit à la paroi de la cellule TEM soit étendue aux câbles coaxiaux RF (8) et aux connecteurs coaxiaux (5). La frontière est équipée de filtres RF qui peuvent être connectés à l'intérieur du panneau de connexion (6) ou directement à l'extérieur aux connecteurs coaxiaux (5). A l'intérieur du boîtier de connexion, il convient que les câbles soient coaxiaux si des filtres RF sont placés aux connecteurs coaxiaux (5).

Légende

- 1 Appareil en essai
- 2 Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 3 Circuit imprimé ou faisceau de câblage
- 4 Connecteur
- 5 Connecteurs coaxiaux
- 6 Panneau de connecteurs (facultatif)
- 7 Paroi de la cellule TEM
- 8 Câbles coaxiaux RF

Figure 14 – Exemple de disposition des fils dans la cellule TEM et du raccordement au panneau de connecteurs

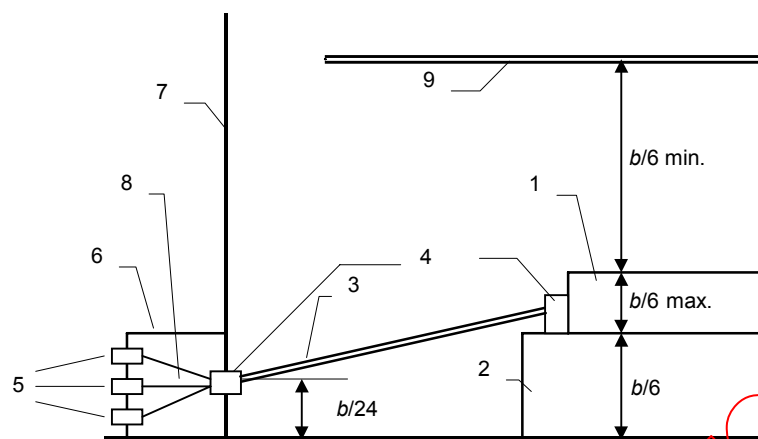


NOTE All leads to the EUT shall pass through an RF boundary. The RF boundary is either at the wall of the TEM cell or extended through RF coaxial cable (8) and coaxial connectors (5). The boundary is terminated by RF-filters which can be connected inside the connector panel (6) or directly outside to the coaxial connectors (5). The cables in the connector panel should be coaxial if the RF-filters are connected to the coaxial connectors (5).

Key

- 1 EUT
- 2 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 3 Printed circuit board or wiring harness
- 4 Connector
- 5 Coaxial connectors
- 6 Connector panel (optional)
- 7 TEM cell wall
- 8 RF coaxial cables

Figure 14 – Example of arrangement of leads in the TEM cell and to the connector panel



IEC 2036/02

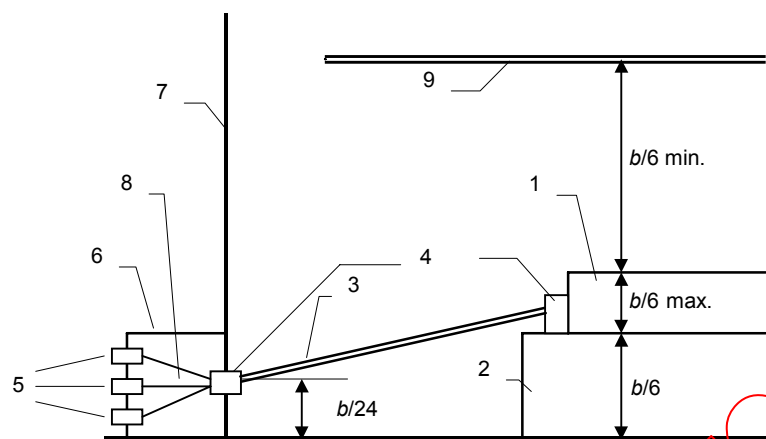
Légende

- 1 Appareil en essai
- 2 Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$)
- 3 Circuit imprimé (pas de plan de masse) ou faisceau de câblage, non blindé
- 4 Connecteur
- 5 Connecteurs coaxiaux
- 6 Panneau de connecteurs (facultatif)
- 7 Paroi de la cellule TEM
- 8 Câbles
- 9 Septum

b est la hauteur de la cellule TEM (voir annexe F)

NOTE Il convient que les connecteurs sur le panneau de connexion soient des connecteurs coaxiaux RF si la frontière RF s'étend au-delà de l'enveloppe de la cellule TEM.

Figure 15 – Exemple de disposition des connecteurs, du circuit en nappe et du support diélectrique

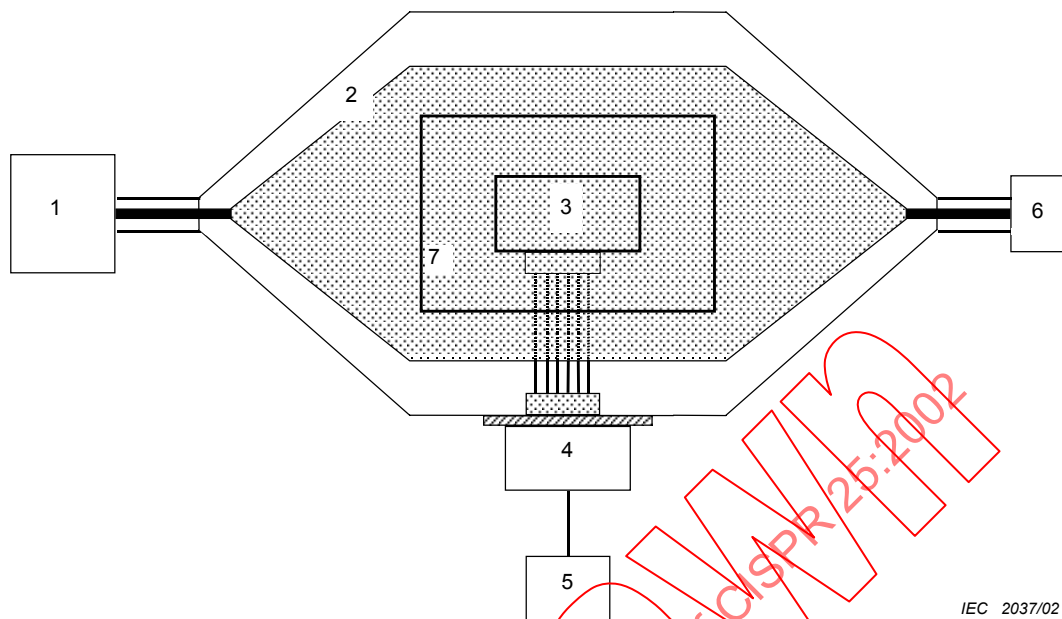
**Key**

- 1 EUT
 - 2 Low relative permittivity support ($\epsilon_r \leq 1,4$)
 - 3 Printed circuit board (no ground plane) or wiring harness, not shielded
 - 4 Connector
 - 5 Coaxial connectors
 - 6 Connector panel (optional)
 - 7 TEM cell wall
 - 8 Cables
 - 9 Septum
- b is the TEM cell height (see annex F)

NOTE The connectors on the connector panel should be coaxial RF connectors if the RF boundary extends outside of the TEM cell.

Figure 15 – Example of the arrangement of the connectors, the lead frame and the dielectric support

La figure 16 montre un exemple typique de schéma d'essai pour la méthode de la cellule TEM.



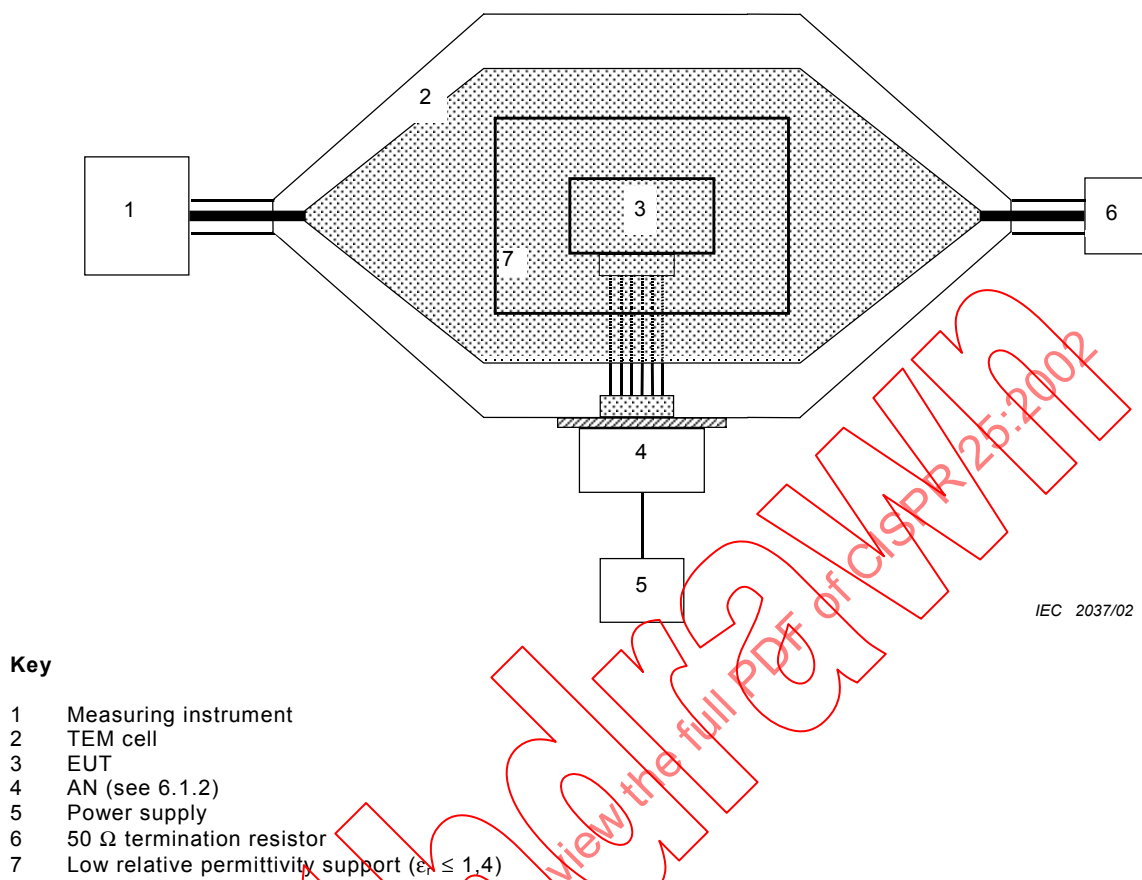
IEC 2037/02

Légende

- 1 Appareil de mesure
- 2 cellule TEM
- 3 Appareil en essai
- 4 Réseau fictif (voir 6.1.2)
- 5 Alimentation
- 6 Résistance de terminaison 50 Ω
- 7 Support à faible permittivité relative ($\epsilon_r \leq 1,4$)

Figure 16 – Exemple de schéma d'essai pour la méthode de la cellule TEM

Figure 16 shows a typical example of a TEM cell method test layout.



IEC 2037/02

Figure 16 – Example of the TEM cell method test layout

6.5.4 Limites pour les perturbations rayonnées par les modules/équipements – Méthode de la cellule TEM

Les limites pour les émissions rayonnées des composants (à la fois la configuration d'essai avec un couplage principal avec le faisceau de câblage (6.5.2.1) et la configuration d'essai avec un couplage principal avec l'appareil en essai (6.5.2.2)) sont présentées dans le tableau 12.

**Tableau 12 – Limites pour les perturbations rayonnées bande large
et bande étroite des composants en cellule TEM (détecteur crête ou quasi-crête)**

Classe ^a	Niveaux en dB(μV) dans les bandes de fréquence suivantes: 0,15 MHz à 0,3 MHz, 0,53 MHz à 2 MHz, 5,9 MHz à 6,2 MHz, 30 MHz à 54 MHz, 68 MHz à 87 MHz (Communication), 76 MHz à 108 MHz (Radiodiffusion), 142 MHz à 175 MHz			
	Large bande		Bande étroite (crête)	
	Toutes les bandes – Crête	Toutes les bandes – Quasi-crête	Toutes les bandes à l'exception de 76 MHz à 108 MHz Radiodiffusion	76 MHz à 108 MHz Radiodiffusion
1	83	70	60	66
2	73	60	50	56
3	63	50	40	46
4	53	40	30	36
5	43	30	20	26
6	33	20	10	16
7	23	10	0	6
NOTE 1 Ces niveaux ont été établis à partir d'une réflexion technique sur des valeurs empiriques obtenues par des essais au niveau international.				
NOTE 2 Les limites correspondent à l'utilisation d'une cellule TEM typique avec une hauteur (<i>b</i>) égale à 600 mm telle qu'elle est proposée à l'annexe F, tableau F.1. Pour d'autres hauteurs de cellule (<i>b</i>), utiliser d'autres limites.				
^a Différentes classes peuvent être attribuées dans différentes bandes de fréquences.				

6.5.5 Perturbations rayonnées par les circuits intégrés

Se référer aux publications du CE 47 de la CEI.

6.5.4 Limits for radiated disturbances from components/modules – TEM cell method

Limits for radiated disturbances from components (both the set-up with major field coupling to the wiring harness (6.5.2.1) and the set-up with major field coupling to the EUT (6.5.2.2)) are given in table 12.

Table 12 – Limits for broadband and narrowband radiated disturbances from components in a TEM cell (peak or quasi-peak detector)

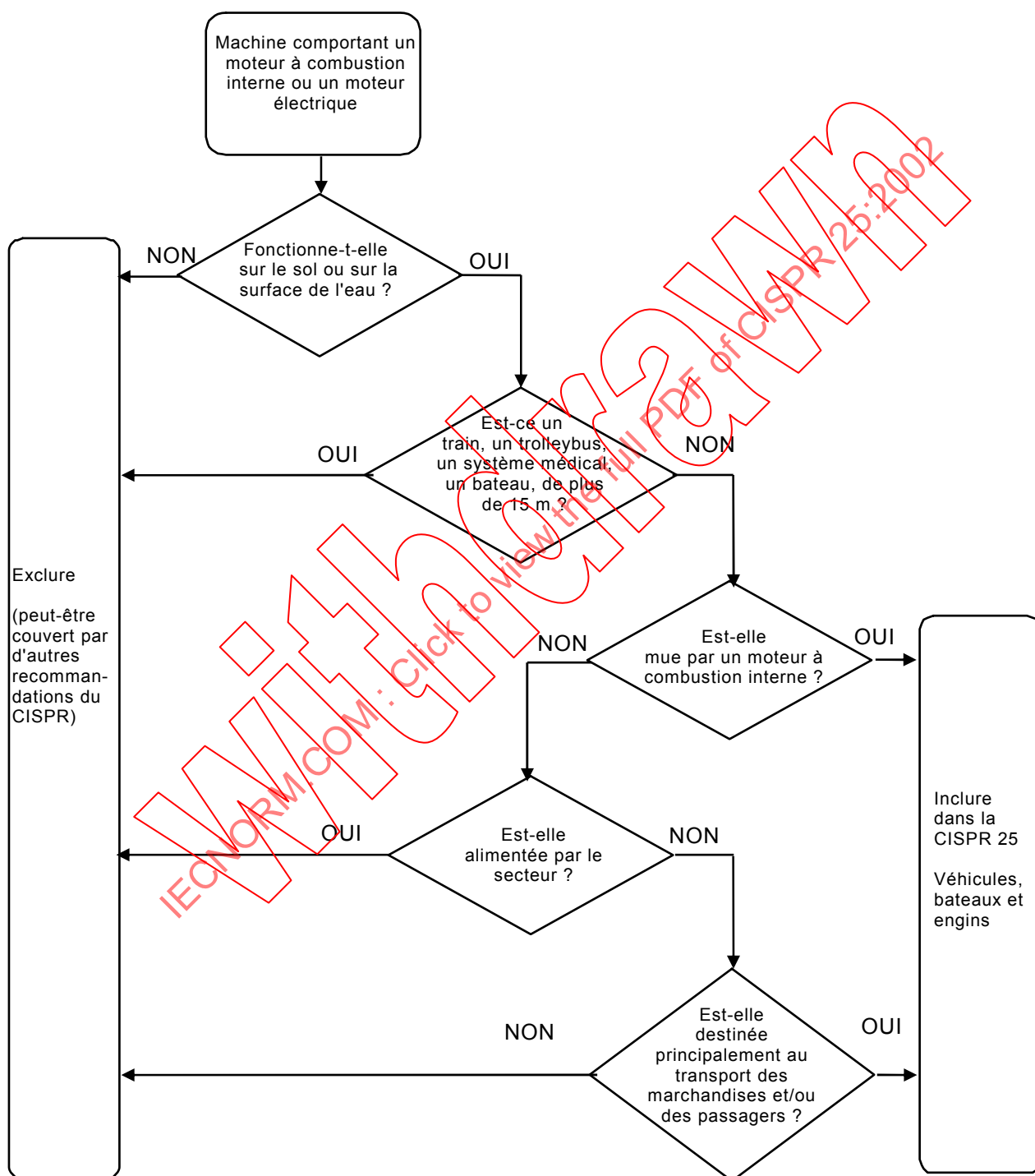
Class ^a	Levels in dB(μV) in the following frequency bands: 0,15 MHz to 0,3 MHz, 0,53 MHz to 2 MHz, 5,9 MHz to 6,2 MHz, 30 MHz to 54 MHz, 68 MHz to 87 MHz (Communication), 76 MHz to 108 MHz (Broadcast), 142 MHz to 175 MHz			
	Broadband		Narrowband (peak)	
	All bands – Peak	All bands – Quasi-peak	All bands except 76 MHz to 108 MHz Broadcast	76 MHz to 108 MHz Broadcast
1	83	70	60	66
2	73	60	50	56
3	63	50	40	46
4	53	40	30	36
5	43	30	20	26
6	33	20	10	16
7	23	10	0	6
NOTE 1 Levels were established by application of engineering judgement to empirical values obtained from international testing.				
NOTE 2 The limits correspond with a typical TEM cell height (<i>b</i>) equal to 600 mm as proposed in annex F, table F.1. For other TEM cell height (<i>b</i>) use other limit values				
^a Different classes may be attributed to different frequency bands				

6.5.5 Disturbances radiated from integrated circuits

Refer to the work of IEC TC47.

Annexe A (informative)

Diagramme d'application de la CISPR 25

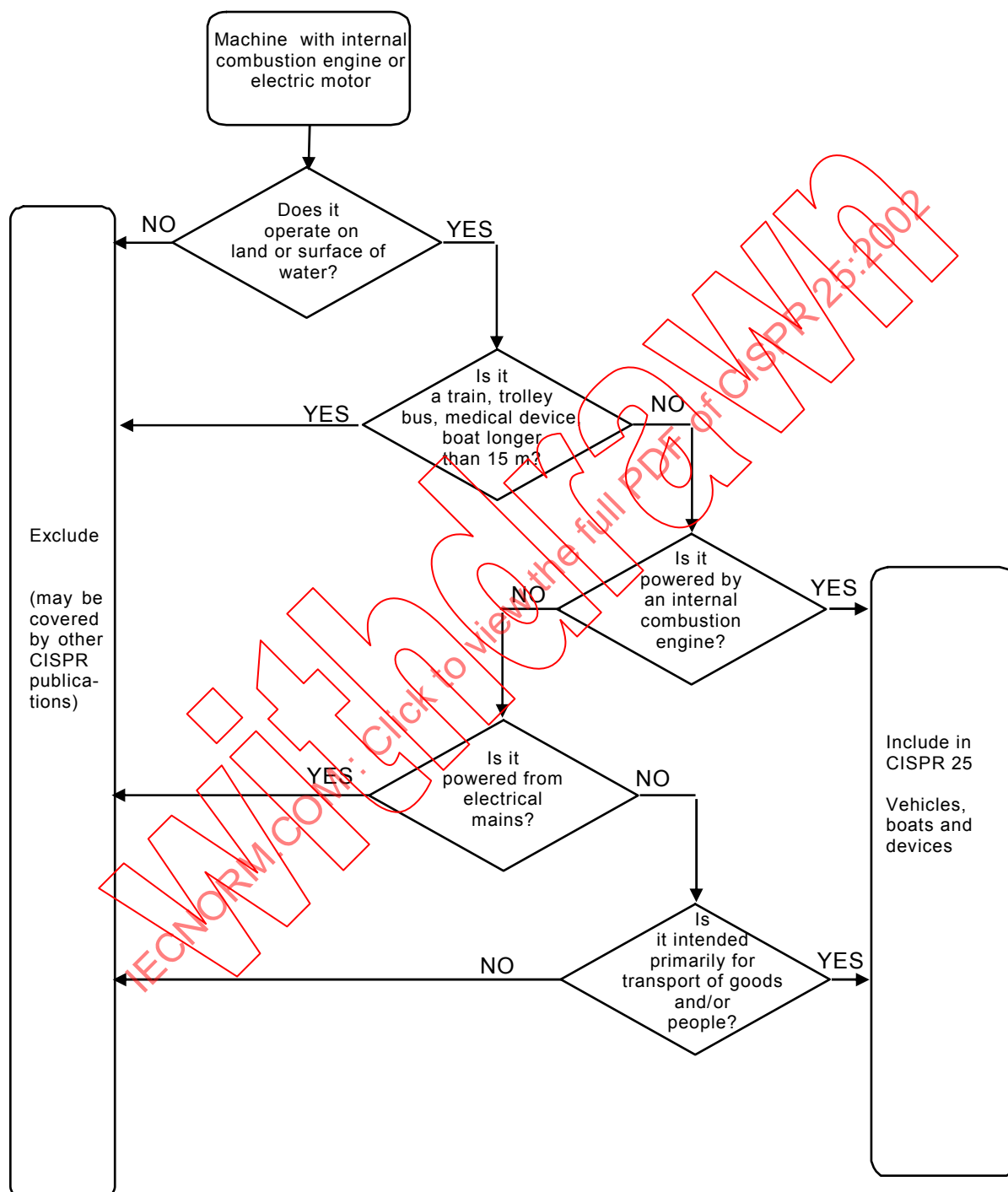


IEC 2038/02

Ce diagramme est destiné à apporter une aide afin de déterminer si un produit particulier est couvert par le domaine d'application de cette norme. En cas de conflit entre ce diagramme et le domaine d'application, ce dernier fait foi.

Annex A (informative)

Flow chart for checking the applicability of CISPR 25



IEC 2038/02

This chart is intended to assist with determining whether a particular product is covered by this standard. In case of conflict between this chart and Clause 1, Scope, Clause 1 shall take precedence.

Annexe B (informative)

Notes sur l'antiparasitage

B.1 Introduction

Afin d'obtenir avec succès la suppression des émissions parasites radio à bord du véhicule, il est nécessaire d'effectuer une recherche systématique afin d'identifier les sources de perturbation qui peuvent être entendues dans un haut-parleur ou détectées comme un défaut de fonctionnement des autres services de télécommunications. Cette perturbation peut atteindre le récepteur et le haut-parleur de différentes façons:

- a) perturbations couplées à l'antenne;
- b) perturbations couplées au câble d'antenne;
- c) pénétration à l'intérieur du boîtier du récepteur via les câbles d'alimentation;
- d) rayonnement direct à l'intérieur du récepteur (immunité d'un autoradio aux perturbations rayonnées);
- e) perturbations couplées sur tous les autres câbles connectés au récepteur RF du véhicule.

Avant toute investigation, il faut que le boîtier récepteur, la base de l'antenne et chaque terminaison de blindage du câble d'antenne soient correctement reliés à la masse.

B.2 Perturbations couplées à l'antenne

La plupart des types de perturbations atteignent le récepteur via l'antenne. Des systèmes suppresseurs peuvent être montés sur les sources de perturbations pour réduire ces effets.

B.3 Couplage avec le câble d'antenne

Afin de minimiser les couplages, il convient que le câble d'antenne ne soit pas disposé parallèlement au faisceau de câblage ou à tout autre câble électrique, et qu'il soit placé le plus loin possible de ceux-ci.

B.4 Oscillateurs d'horloge

Le rayonnement et la conduction des modules électroniques de bord peuvent affecter d'autres équipements dans le véhicule. Les principales harmoniques des oscillateurs d'horloge ne doivent pas coïncider avec les périodes de basculement duplex des transmetteurs, ni avec la fréquence du canal du récepteur. La fréquence fondamentale des oscillateurs utilisée pour les équipements/modules automobiles ne doit pas interférer avec des récepteurs situés à proximité. Cela signifie que les fréquences d'oscillateurs ne doivent pas correspondre à une fraction entière de la fréquence duplex de n'importe quel système de transmetteurs mobiles en fonctionnement dans le pays où le véhicule fonctionne.

B.5 Autres sources d'information

Les procédés de mesure corrective pour traiter la pénétration par le câblage du récepteur et par rayonnement direct sont décrits dans d'autres publications. Les essais pour évaluer l'immunité d'un récepteur aux perturbations conduites et aux perturbations directement rayonnées sont également traités dans d'autres publications telles que la CISPR 207.

⁷ CISPR 20:2002, Récepteurs de radiodiffusion et de télévision et équipements associés – Caractéristiques d'immunité – Limites et méthodes de mesure